

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE MEJORA EN LOS LABORATORIOS DE
CÓMPUTO PARA REDUCIR LOS RIESGOS DISERGONÓMICOS
EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR
NATALY ROSS CORNEJO VERA**

**ASESOR
ANNIE MARIELLA VIDARTE LLAJA**
<https://orcid.org/0000-0002-8948-2899>

Chiclayo, 2021

**PROPUESTA DE MEJORA EN LOS LABORATORIOS DE
CÓMPUTO PARA REDUCIR LOS RIESGOS
DISERGONÓMICOS EN ESTUDIANTES
UNIVERSITARIOS**

PRESENTADA POR

NATALY ROSS CORNEJO VERA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Abel Enrique Gonzales Wong
PRESIDENTE

Lucio Antonio Llontop Mendoza
SECRETARIO

Annie Mariella Vidarte Llaja
VOCAL

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a mi madre Milagritos del Rocío Cornejo Vera con mucho amor y cariño, así mismo a mis hermanos por apoyarme a lo largo de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A, mi asesora Ing. Annie Mariella Vidarte Llaja por su tiempo y conocimientos otorgados durante el desarrollo de la tesis y la carrea profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo proponer la reducción de los riesgos disergonómicos en los laboratorios de cómputo. Se elaboró la Matriz IPERC y se evaluó las posturas de los estudiantes universitarios mediante los Métodos Rula y Reba resultando un nivel de riesgo alto. Se procedió a realizar mediciones de iluminación y se evidenció que se encuentra en 294,65 luxes, no cumpliendo con los 500 luxes establecidos en la Norma técnica EM. 010. Así mismo, se evidenció el 12,38% de estudiantes insatisfechos por el ambiente térmico, superando el 10% del rango permitido, según el método Fanger. Como medida correctiva ante las posturas incómodas de los estudiantes por el diseño inadecuado de sillas y mesas, se realizó el diseño ergonómico y la mejora de la distribución de los laboratorios de cómputo. Respecto a la iluminación y temperatura se propuso el cambio de luminarias, cambio del sistema de aire acondicionado en los laboratorios de cómputo. Se estimó una reducción del 22,5% en el nivel de riesgo por posturas incómodas y posición sentada, pasando del nivel intolerable a moderado; así mismo, con una reducción del 17,5% en el nivel de riesgo por deficiente iluminación, estrés térmico, pasando del nivel importante a tolerable y para el nivel de riesgo por espacio reducido de importante a tolerable con una reducción de 20 %. Con la propuesta de mejora contribuirá al cumplimiento de las condiciones básicas de calidad, referidas a los indicadores de riesgos disergonómicos en los laboratorios de cómputo de la Universidad.

Palabras Claves: Ergonomía, riesgos disergonómicos, laboratorios de cómputo.

ABSTRACT

This research aimed to propose the reduction of dysergonomic risks in computer labs. The IPERC Matrix was developed and the positions of university students were assessed using the Rula and Reba Methods resulting in a high level of risk. Lighting measurements were made and it was shown that it is at 294.65 luxes, not complying with the 500 luxes established in the EM Technical Standard. 010. In addition, 12.38% of students dissatisfied by the thermal environment were shown to exceed 10% of the permitted range, according to the Fanger method. As a corrective measure to the awkward postures of students due to the inadequate design of chairs and tables, ergonomic design and improvement of the distribution of computer laboratories was carried out. Regarding lighting and temperature, the change of luminaires was proposed, changing the air conditioning system in the computer laboratories. A 22.5% reduction in the level of risk was estimated for uncomfortable postures and sitting position, from intolerable to moderate; likewise, 17.5% reduction in the level of risk from poor lighting, thermal stress, from the important level to tolerable and for the level of risk for reduced space from significant to tolerable with a reduction of 20%. With the proposal for improvement it will contribute to the fulfilment of the basic quality conditions, related to dysergonomic risk indicators in the University's computer laboratories.

Keywords: Ergonomics, dysergonomic risks, computer laboratories.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES	19
2.2.1. ERGONOMÍA.....	22
2.2.2. DIVISIONES DE ERGONOMÍA	22
2.2.3. LESIONES Y ENFERMEDADES HABITUALES	23
2.2.4. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	25
2.2.5. MÉTODOS DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA PARA EL ANÁLISIS POSTURAL	26
2.2.5.1. Método Rula	28
2.2.5.2. Método Reba	30
2.2.6. CONDICIONES AMBIENTALES EN LOS LABORATORIOS DE CÓMPUTO	32
2.2.6.1. Iluminación.....	32
2.2.6.2. Ambiente Térmico	33
2.2.7. ANTROPOMETRÍA	33
2.2.7.1. Dimensiones del puesto.....	34
2.2.7.2. Posturas de trabajo	36
2.2.7.2.1. Sillas de trabajo :.....	37
2.2.7.2.2 Mesa de trabajo:.....	38
2.2.8. ELABORACIÓN DE MATRIZ IPERC PARA EL ANÁLISIS DE FACTORES DE RIESGO	39
III. RESULTADOS	43
3.1. DIAGNÓSTICO	43
3.1.1. POSTURA INCOMODA	46
3.1.1.1 Matriz de ponderación de evaluación ergonómica	46
3.1.1.1.1 Método RULA	48

3.1.1.1.2 Método REBA.....	57
3.1.1.1.3 Causa: Diseño inadecuado de sillas y mesas	72
3.1.2 DEFICIENTE ILUMINACIÓN	73
3.1.3 ESTRÉS TÉRMICO.....	74
3.1.4 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA EN LOS LABORATORIOS DE CÓMPUTO Y SUS PROPUESTAS DE SOLUCIÓN.....	77
3.2 DESARROLLO DE LA PROPUESTA EN LOS LABORATORIOS DE CÓMPUTO.....	79
3.2.1. DESARROLLO DE MEJORAS.	79
3.2.1.1. Mejora 1. CAMBIO DE LUMINARIAS	79
3.3.1.1.1 Calcular el flujo luminoso.....	80
3.3.1.1.2 Determinar el número de luminarias para alcanzar el nivel de iluminación adecuado	83
3.3.1.1.3 Distribución de luminarias	84
3.3.1.2 Mejora 2. CAMBIO DEL SISTEMA DEL AIRE ACONDICIONADO	87
3.3.1.3 Mejora 3. MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO DE CÓMPUTO.....	92
3.3.1.4 Mejora 4. MOBILIARIO ERGONÓMICO EN LOS LABORATORIOS DE CÓMPUTO	96
3.3.1.5 Mejora 5. PROGRAMAS DE PAUSAS ACTIVAS POR UN INTERVALO DE 10 MINUTOS.....	98
3.3.1.5.1 CAPACITACIÓN	100
3.3 ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO	103
3.3.1 COSTO DE EQUIPOS Y MATERIALES.....	103
3.3.2 FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	109
3.3.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	111
3.3.4 RELACIÓN COSTO - BENEFICIO	111
3.3.5 PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	112
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	113
4.1 CONCLUSIONES	113
4.2 RECOMENDACIONES.....	115
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116

VI ANEXOS.....	118
ANEXO 1. MATRIZ DE ENFRENTAMIENTO PARA PONDERAR LOS FACTORES DE RIESGOS DISERGONÓMICOS.....	119
ANEXO 2. CUESTIONARIO DE SÍNTOMAS SUBJETIVOS DE FATIGA	120
ANEXO 3. CUESTIONARIO CORNELL.....	121
ANEXO 4. TEST PARA LA EVALUACIÓN DE PUESTOS CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE DATOS.....	122
ANEXO 5. LUXÓMETRO DIGITAL - LT 300.....	131
ANEXO 6. MEDICIONES REALIZADAS EN LOS LABORATORIOS DE CÓMPUTO.....	132
ANEXO 7. TERMO ANEMÓMETRO SCARLET TECH TWL -1S	133
ANEXO 8. FICHA TÉCNICA DE LA LUMINARIA DICOLUX	134
ANEXO 9. PLANO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LOS LABORATORIOS DE CÓMPUTO	135
ANEXO 10. TABLA DE MEDIDAS PARA EL CÁLCULO DE EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO.....	136
ANEXO 11. FICHA TÉCNICA DEL AIRE ACONDICIONADO YORK.....	139
ANEXO 12. DISTRIBUCIÓN ACTUAL Y MEJORA DEL LABORATORIO DE CÓMPUTO.....	140
ANEXO 13. DIMENSIONES APROPIADAS PARA EL MOBILIARIO DE LOS LABORATORIOS DE CÓMPUTO	141
ANEXO 14. GUÍAS DIDÁCTICAS PARA LAS CHARLAS DE 5 MINUTOS.....	142
ANEXO 15. COTIZACIÓN DE LAS LUMINARIAS	150
ANEXO 16. COSTO DE INSTALACIÓN DE LAS LUMINARIAS	151
ANEXO 17. COTIZACIÓN DEL COSTO DE MANTENIMIENTO	152
ANEXO 18. COTIZACIÓN DEL SISTEMA DEL AIRE ACONDICIONADO	153
ANEXO 19. COTIZACIÓN DEL MOBILIARIO PARA LOS LABORATORIOS DE CÓMPUTO	154
ANEXO 20. DEPRECIACIÓN DE LOS EQUIPOS	155

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Lesiones y enfermedades habituales	24
Tabla 2. Métodos de evaluación ergonómica para análisis postural	27
Tabla 3. Puntuación del grupo A	28
Tabla 4. Puntuación del grupo B.....	29
Tabla 5. Puntuación final del método rula	29
Tabla 6. Nivel de puntuación	30
Tabla 7. Puntuación del grupo A	30
Tabla 8. Puntuación del grupo B.....	31
Tabla 9. Puntuación final del método Reba	31
Tabla 10. Valores de iluminancia mínimas para ambiente al interior	32
Tabla 11. Calidad de iluminación por tipo de tarea visual o actividad	33
Tabla 12. Medidas de la silla del asiento	37
Tabla 13. Medidas del respaldo bajo	37
Tabla 14. Medidas del respaldo alto	37
Tabla 15. Dimensiones de la mesa.....	38
Tabla 16. Probabilidad y criterios para elaboración matriz IPERC.....	39
Tabla 17. Nivel de consecuencia y criterios para la elaboración Matriz IPERC	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 18. Nivel de exposición y criterios para la elaboración Matriz IPER.....	40
Tabla 19. Valoración del riesgo para la elaboración Matriz IPERC.....	40
Tabla 20. Identificación de Riesgos.....	41
Tabla 21. Estimación del riesgo para la elaboración Matriz IPER	42
Tabla 22. Estudiantes matriculados – Facultad de Ingeniería	44
Tabla 23. Matriz IPERC	45
Tabla 24. Matriz de Ponderación de Evaluación Ergonómica.....	47
Tabla 25. Puntuación del brazo.....	48
Tabla 26. Modificaciones de la puntuación del brazo	48
Tabla 27. Puntuación del antebrazo	49
Tabla 28. Modificación de la puntuación del antebrazo	49
Tabla 29. Puntuación de la muñeca	50
Tabla 30. Modificación de la puntuación de la muñeca	50

Tabla 31. Puntuación del giro de la muñeca	50
Tabla 32. Puntuación del cuello	51
Tabla 33. Modificaciones de la puntuación del cuello	51
Tabla 34. Puntuación del tronco	52
Tabla 35. Modificación de la puntuación del tronco	52
Tabla 36. Puntuacion de las piernas	53
Tabla 37. Puntuación del Grupo A	53
Tabla 38. Puntuación del grupo A – Método RULA	54
Tabla 39. Puntuaciones del Grupo B	54
Tabla 40. Puntuación del Grupo B – Método RULA	55
Tabla 41. Puntuación por tipo de actividad	55
Tabla 42. Puntuación por carga o fuerzas ejercidas	56
Tabla 43. Puntuacion Final del Método RULA	56
Tabla 44. Niveles de actuación.....	57
Tabla 45. Puntuación del cuello	58
Tabla 46. Modificación de la puntuación del cuello	58
Tabla 47. Puntuación de piernas	58
Tabla 48. Incremento de la puntuación de las piernas.....	59
Tabla 49. Puntuación del tronco	59
Tabla 50. Modificación de la puntuación del tronco	59
Tabla 51. Puntuación del antebrazo	60
Tabla 52. Puntuación de la muñeca	61
Tabla 53. Puntuación del brazo.....	62
Tabla 54. Modificaciones y puntuación del brazo	62
Tabla 55. Puntuación del Grupo A	62
Tabla 56. Puntuación Inicial del Grupo A – Método REBA	63
Tabla 57. Puntuaciones del Grupo B	63
Tabla 58. Puntuación del Grupo B	64
Tabla 59. Puntuación de la carga/ fuerza	64
Tabla 60. Incremento de puntuación por calidad de agarre	65
Tabla 61. Puntuación C en función de las puntuaciones A y B.....	65
Tabla 62. Puntuación del tipo de actividad muscular	66
Tabla 63. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.....	66
Tabla 64. Resultados de Síntomas Subjetivos de Fatiga	67

Tabla 65. Resultados Cornell - Causas de fatiga	68
Tabla 66. Resultados de Cornell – Frecuencia de Molestias	69
Tabla 67. Resultados de Cornell- Molestias en el cuerpo	70
Tabla 68. Resultados del cuestionario Cornell- Incomodidad generada.....	70
Tabla 69. Resultados de cuestionario Cornell – Interfirió en sus clases.....	71
Tabla 70. Resultados de Test de Evaluación de puestos con PVD	73
Tabla 71. Mediciones de iluminación.....	74
Tabla 72. Consolidado de los factores de riesgos disergonómicos	77
Tabla 73. Propuestas de solución para reducir los riesgos disergonómicos.....	78
Tabla 74. Comparativo de Luminarias	79
Tabla 75. Cálculo del índice del local.....	81
Tabla 76. Cálculo del coeficiente de utilización	82
Tabla 77. Cálculo del coeficiente del mantenimiento	82
Tabla 78. Comparativo del sistema del aire acondicionado	87
Tabla 79. Capacidad de enfriamiento referente del laboratorio de cómputo.....	88
Tabla 80. Capacidad de enfriamiento referente del aforo	89
Tabla 81. Capacidad de enfriamiento referente al área de ventanas	89
Tabla 82. Capacidad de enfriamiento referente a los equipos electrónicos	90
Tabla 83. Valores del BTU/Hr de las áreas del laboratorio de cómputo.....	91
Tabla 84. del Método Guerchet.....	94
Tabla 85. Horas estudio con 10 min. de descanso.....	98
Tabla 86. Plan de capacitación	101
Tabla 87. Reevaluación de la Matriz IPERC	102
Tabla 88. Presupuesto por la compra de luminarias Dicolux	103
Tabla 89. Costo de manteamiento de las luminarias anual	103
Tabla 90. Presupuesto por la compra del sistema de aire acondicionado York ...	104
Tabla 91. Costo de mantenimiento del sistema de aire acondicionado york anual.....	104
Tabla 92. Presupuesto por la compra del mobiliario ergonómico	105
Tabla 93. Presupuesto para la capacitación anual	105
Tabla 94. Costo total anual	106
Tabla 95. Inversión de la propuesta.....	106
Tabla 96. Tipificación de infracciones a la ley n°30220- ley universitaria	108
Tabla 97. Sanciones impuestas a la Universidad	109
Tabla 98. Flujo de caja económico	110

Tabla 99: Evaluación económica.....	111
Tabla 100: Mediciones realizadas en los laboratorios de cómputo.....	132
Tabla 101: Depreciación de los equipos.....	155

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Jerarquía de control de prevención de riesgos	25
Figura 2. Altura de plano de trabajo para puestos de trabajo sentado.....	35
Figura 3. Medidas para el aplazamiento en puestos de trabajo sentado.....	35
Figura 4. Arco de manipulación vertical en plano sagital	36
Figura 5. Arco horizontal del alcance del brazo y área de trabajo sobre una mesa (medida en mm)	36
Figura 6. Silla de trabajo con respaldo.....	38
Figura 7. Postura incomoda del estudiante	46
Figura 8. Posición del brazo	48
Figura 9. Posición del antebrazo	49
Figura 10. Posición de la muñeca	50
Figura 11. Posición del cuello	51
<i>Figura 12. Posición del tronco</i>	<i>52</i>
Figura 13. Posición de las piernas	53
Figura 14. Posición del cuello	57
Figura 15. Posición de la pierna	58
Figura 16. Posición del tronco	59
Figura 17. Posición del antebrazo	60
Figura 18. Posición de la muñeca	61
Figura 19. Posición del brazo.....	61
Figura 20. Resultados de Síntomas Subjetivos de Fatiga de Yoshitake	67
Figura 21. Causas de fatiga – Resultados del cuestionario Cornell	68
Figura 22. Frecuencia de molestias – Resultados cuestionario Cornell	69
Figura 23. Incomodidad generada - Resultados del cuestionario Cornell	71
Figura 24. Interfirió en sus actividades - Resultados del cuestionario Cornell	71
Figura 25. Diseño inadecuado de sillas y mesas	72
Figura 26. Resultados de lista de comprobación	73
Figura 27. Introducción de parámetros de Ofiterm v.1.0.....	75
Figura 28. Resultado Obtenido de Ofiterm v.1.0.....	75
Figura 29. Evaluación del resultado de Ofiterm v.1.0.....	76
Figura 30. Diagrama de Ishikawa	77

Figura 31. Altura plano del trabajo	80
Figura 32. Altura de las luminarias en locales de altura normal	80
Figura 33. Esquema de alturas del local	81
Figura 34. Separación de luminarias a las paredes	85
Figura 35. Distribución de luminarias	85
Figura 36. Plano de la distribución de las luminarias	86
Figura 37. Modelo de aire acondicionado tipo Split York de 36 000 BTU/Hr.....	91
Figura 38. Vista lateral derecha de la mejora de la distribución del laboratorio de cómputo	95
Figura 39. Vista isométrica del mobiliario ergonómico para los laboratorios de cómputo	97
Figura 40. Ejercicios de estiramiento	99
Figura 41. Matriz de enfrentamiento para ponderar los factores de riesgos disergonómicos.....	119
Figura 42. Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga	120
Figura 43. Cuestionario CORNELL	121
Figura 44. Luxómetro digital - LT 300	131
Figura 45. Termo Anemómetro Scarlet Tech TWL -1S	133
Figura 46. Ficha Técnica de la Luminaria Dicolux	134
Figura 47. Plano de la distribución de las luminarias en los laboratorios de cómputo..	135
Figura 48. Tabla de medidas para el cálculo de equipo de aire acondicionado....	136
Figura 49. Tabla de medidas para el cálculo de equipo de aire acondicionado....	137
Figura 50. Tabla de medidas para el cálculo de equipo de aire acondicionado....	138
Figura 51. Ficha Técnica del aire acondicionado YORK	139
Figura 52. Distribución actual y mejora del laboratorio de cómputo	140
Figura 53. Dimensiones apropiadas para el mobiliario de los laboratorios de cómputo	141
Figura 54. Cotización de las luminarias	150
Figura 55. Costo de instalación de las luminarias	151
Figura 56. Cotización del costo de mantenimiento	152
Figura 57. Cotización del sistema del aire acondicionado	153
Figura 58. Cotización del mobiliario para los laboratorios de cómputo	154

I. INTRODUCCIÓN

Según [1] , explica que la ergonomía es una doctrina científica de carácter interdisciplinar, mediante la estructura persona- máquina, ambiente por lo cual su fin es la adaptación del ambiente o condiciones de estudio óptimas de seguridad y confortabilidad para el desarrollo de sus actividades.

Según MINTRA [2], establece que en el año 2008 el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo por Resolución Ministerial N°375-2008-TR, promulga la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimientos de Evaluación de Riesgos Disergonómicos, mediante el Decreto Supremo N°009-2005-TR, su objetivo principal es determinar los parámetros de las empresas e Instituciones para que lo apliquen en sus diferentes áreas y puestos con la finalidad de proporcionar el bienestar físico, mental y social.

Como sostiene Castro *et al.* [3], en su investigación identificó que el problema de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería son las posturas inadecuadas por la mala calidad de los pupitres que se han visto obligados a utilizar. El 80% de los estudiantes encuestados precisaron que el pupitre es incómodo y se quejaron con frecuencia de sufrir molestias durante el transcurso de las clases, El 77% en la zona lumbar, 54% en la zona dorsal, 51% en cuello – hombros y 34% muslos. Con los resultados obtenidos se confirmó la necesidad de re- diseñar el pupitre adaptando sus dimensiones a la antropometría de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería. Demostrando la posibilidad de apoyar a la Universidad Nacional de Ingeniería y como consecuencia el desarrollo de las Universidades.

Según [4] , en su investigación identificó que uno de los puntos más deficientes en la Institución educativa es la iluminación, mobiliario y su distribución. Se aplicó encuestas a 35 estudiantes, El 85% de alumnos expresó sentirse incomodos por las malas condiciones del mobiliario y los espacios reducidos con las que se cuentan. Expresaron desconocer la postura correcta que deben adoptar cuando se sientan frente a una computadora más de 4 horas continuas durante el desarrollo de las clases. Así, mismo presentan molestias en la zona lumbar con una incidencia de 37,14% y de tipo visual con una incidencia de 42,85%. Para ello propuso diseñar ambientes de estudio bajo un ambiente ergonómico que le permita a los estudiantes realizar sus clases con mayor comodidad y protegiendo su salud.

Considerando lo dicho anteriormente, en los laboratorios de cómputo de una Universidad se realizó visitas para observar los riesgos disergonómicos. Así, mismo se procedió a elaborar una Matriz de Evaluación de Riesgos y se empleó el registro visual para evidenciar los riesgos a los que se enfrentan los estudiantes universitarios, para ello se procedió a evaluar las posturas de los estudiantes mediante el Método Rula y el Método Reba, resultando un nivel de riesgo alto.

Se aplicó encuestas en las que el 57,50% de los estudiantes expresaron sentirse fatigados, mediante el cuestionario Cornell se evidenció que unas las causas que les genera fatiga a los estudiantes es el mobiliario para ello se realizó una lista de comprobación mediante el “Test Autoevaluación de Puestos de Trabajo con Pantallas de Visualización de Datos” resultando el 21,22% de incumplimiento es por ello que les ocasiona molestias con un 18% en el cuello y 15% en la parte baja de la espalda.

Las condiciones ambientales influyen negativamente, la iluminación no cumple con los parámetros establecidos según la norma técnica EM.010, es por ello que les puede ocasionar fatiga visual afectando el sistema nervioso y puede causar accidentes en el ambiente de estudio. En el ambiente térmico, se evidenció que El 12,38% de estudiantes insatisfechos superando el 10% del rango permito, según el método Fanger.

Frente a lo descrito anteriormente surge la pregunta: ¿De qué manera la propuesta de mejora en los laboratorios de cómputo reducirá los riesgos disergonómicos en estudiantes universitarios?

Para resolver esta interrogante se tuvo como objetivo general, proponer mejoras en los laboratorios de cómputo para reducir los riesgos disergonómicos en estudiantes universitarios y para el logro del mismo se estableció los siguientes objetivos específicos: Diagnosticar la situación actual asociada a los riesgos disergonómicos en los laboratorios de cómputo de una universidad, elaborar una propuesta de mejora en los laboratorios de cómputo para reducir los riesgos disergonómicos y finalmente evaluar la relación beneficio- costo de la propuesta.

Se tendrá un impacto social al emplear programas de prevención con el fin de minimizar los riesgos disergonómicos y mejorar los sectores físicos y ambientales, lo cual generará una cultura preventiva y responsable a la vez logrará una ventaja competitiva para la Institución, centrándose a proteger a los estudiantes universitarios y ambientes de estudio.

En cuanto al impacto ambiental va a generar condiciones positivas, porque va a reducir los riesgos en el ambiente térmico y visual de los laboratorios de cómputo, lo cual reflejará efectos positivos en los estudiantes.

En cuanto a lo académico esta investigación va a garantizar información fundamental a las Instituciones educativas, concretamente en la educación superior, relacionado a los riesgos disergonómicos. Además, servirá como base de información a estudiantes para adquirir conocimientos referentes a la aplicación de métodos de evaluación ergonómica e identificación de los riesgos disergonómicos encontrados en los laboratorios de cómputo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Según Bellina y Pérez [5], en su investigación “Metodología para el diseño de mobiliario basado en datos antropométricos en Perú” su objetivo fue identificar las deficiencias en el diseño de puesto de trabajo que le ocasiona molestias e incomodidad a sus colaboradores. La metodología consistió en aplicar un cuestionario a sus 80 colaboradores con la finalidad de recopilar información y se evidenció que las condiciones de trabajo no son las óptimas. Se identificó que uno de los riesgos ergonómicos de mayor relevancia es el mobiliario inadecuado con un resultado de 47%, es por ello que les causa dolor en la espalda con un 42% y 28,8% en el cuello. Se recomendó en mejorar el diseño del mobiliario para mejorar las posturas en el trabajo.

Según Moreno [6], en su investigación “Riesgos laborales en las oficinas” tuvo como objetivo conocer los riesgos laborales para ello se han realizado dos cuestionarios, el primero es para medir los riesgos de seguridad e higiene de la organización y evaluar los puestos con PVD de esa misma organización. La población del estudio es de seis trabajadores, el segundo cuestionario está compuesto por 63 ítems. Como resultado se obtuvo que El 36% del mobiliario presenta más deficiencia por lo que indica que los aspectos relativos a la estabilidad, ajuste y confortabilidad del mismo deberían ser mejorados. Así, mismo en la iluminación con el 21% y 10 % de temperatura que podrían ser mejorados para de este modo, evitar molestias en el puesto de trabajo como pueden ser los deslumbramientos y calor. Su propósito mediante el Test es que las empresas puedan prevenir cumpliendo lo dispuesto a la Legislación y que sus colaboradores lleven una vida saludable.

Según Manco [7], en su investigación “Evaluación y control de Riesgos Disergonómicos en una Compañía Aseguradora” su objetivo fundamental fue analizar los riesgos disergonómicos a los que se enfrentan sus colaboradores, para ello se aplicó el método Reba y se obtuvo un nivel de riesgo muy alto por ende se necesita medidas correctivas inmediatas. Se aplicó un cuestionario Cornell con el propósito de evaluar frecuencias, gravedad e interferencia durante sus actividades diarias y se evidenció que el 31% presenta molestias es el cuello, 26% parte baja de la espalda y 13% en las caderas. El resultado es el 48% de incomodidad, 28% de interferencia laboral y el 24 % por

ausentismo laboral debido a las enfermedades profesionales. Se realizó un plan de control para disminuir los riesgos disergonómicos mediante el análisis de la rentabilidad económica a un futuro proyectado de 5 años, se concluye que la propuesta es rentable para la compañía.

Según Castillo *et al.*[8] , in his research "*Physical infrastructure for laboratories in the area of Engineering*" This article aims to propose the design of the physical infrastructure with the necessary requirements for the construction of an Engineering laboratory. It was shown that the lab is not physically adapted and does not have the appropriate area for all 30 students causing disorder and distraction. For its methodology, teaching guides were implemented through the Swebok guidelines and for validation the UPTC's scale of compliance gradation and judgment issuance was taken into account, 0.0 to 5.0. Positive results were obtained 100% of students obtained grades within the high grade level. In terms of teaching strategies 34% of project management are grades higher than 4.0, 46% of algorithm strategies exceeding the acceptable level within the range 3.0 – 3.9, project planning, debate, test, role play and inductive learning with 76% and 90% ratings above 4.0. It is concluded that it is important for students to have the right laboratories in order to achieve better understanding, knowledge acquisition and to obtain higher grades from a high-grade level.

Este artículo tuvo como objetivo proponer el diseño de la infraestructura física con los requerimientos necesarios para la construcción de un laboratorio de Ingeniería. Se mostró que el laboratorio no está adaptado físicamente y no cuenta con el área apropiada para los 30 estudiantes provocando desorden y distracción. Para su metodología se implementaron guías de enseñanzas mediante los lineamientos de Swebok y para su validación se tomó en cuenta la escala de gradación de cumplimiento y emisión de juicios de la UPTC, la cual va de 0.0 a 5.0. Se obtuvo resultados positivos el 100 % de los estudiantes obtuvieron calificaciones dentro del nivel de alto grado. En lo que se refiere a las estrategias de enseñanza el 34% de gestión de proyectos son calificaciones superiores a 4.0, el 46% de estrategias de algoritmos superando el nivel aceptable dentro del rango 3.0 – 3.9, planeación de proyectos, debate, test, juego de roles y aprendizaje inductivo con El 76% y 90% de calificaciones superiores a 4.0. Se concluye que es importante que los estudiantes cuenten los laboratorios adecuados con la finalidad que logren una mejor

comprensión, adquisición de conocimientos y puedan obtener calificaciones superiores de un nivel de alto grado.

Según Párraga [9], en su investigación “Diseño ergonómico en las aulas universitarias que permitan optimizar el confort y reducir la fatiga de los estudiantes” tuvo como objetivo evaluar las aulas universitarias que influyen en los riesgos disergonómicos y las dimensiones del mobiliario si guarda relación con las medidas del estudiante. Determinó que una de las causas son las condiciones inadecuadas en las aulas, las malas posturas por acomodarse al mobiliario y los factores ambientales. Se utilizó el tipo de investigación descriptiva, experimental y evaluación cualitativa por el grado de satisfacción percibida de los estudiantes., mediante el software. Así mismo se aplicó un cuestionario Cornell y entrevistas por lo cual resultó que los aspectos ergonómicos que incomodan es la postura inclinada con el 35%, el mueble del computador con el 24%, 15% del ruido y el 26% las sillas lo que obedece el mal diseño. Los estudiantes determinaron que su incomodidad es el mobiliario. Por lo tanto, plantea nuevas aulas con diseño ergonómico para que los estudiantes se sientan satisfechos y cómodos.

Según Leyva *et al.* [10] , in his research “ *Determination of physical fatigue in market workers of the Mochis, Sinaloa*” In his study, he determined the level of fatigue it causes for employees who work for many hours in popular markets and do not measure the consequences that can lead to them such as: physical and mental problems. A sample of 62 workers was taken to conduct two types of surveys, the Yoshitake questionnaire captures the presence of fatigue and consists of 30 questions. As a result, 28% were obtained to have general symptoms of fatigue, 30% mental fatigue and 42% physical fatigue. Luke's second 4-point questionnaire was also applied, resulting in 81% getting tired. Therefore, ergonomic training is recommended for workers to maintain correct postures and perform stretching exercises to avoid discomfort.

En su estudio determinó el nivel de fatiga que le causa a los empleados que laboran durante muchas horas en los mercados populares y no miden las consecuencias que les puede originar como: problemas físicos y mentales. Se tomó una muestra de 62 trabajadores para realizar dos tipos de encuestas, el cuestionario de Yoshitake capta la

presencia de la fatiga y consta de 30 preguntas. Como resultado se obtuvo que El 28% presenta síntomas generales de fatiga, el 30% fatiga mental y el 42% fatiga física. Así mismo se aplicó el segundo cuestionario 4 puntos de Luke, resultando que El 81% termina cansado. Por lo tanto, recomendó capacitaciones de ergonomía a los trabajadores con la finalidad de que mantengan posturas correctas y puedan realizar ejercicios de estiramiento para evitar molestias.

2.2. Bases teórico científicas

2.2.1. Ergonomía

Según [11], determina que la ergonomía es el estudio del trabajo con respecto al entorno laboral y con quienes lo realizan (colaboradores). Indica que es la base para diseñar o para se adecue en el entorno laboral los colaboradores, para evitar problemas que dañen su salud y con el fin de aumentar la eficiencia. Refiere, que el trabajo se debe adaptar al colaborador y no exigir al colaborador a que se adecúe a él.

2.2.2. Divisiones de ergonomía

Se divide de la siguiente manera:

- Ergonomía Geométrica: Estable la relación entre el colaborador, principalmente en las dimensiones, condiciones geométricas de los espacios de trabajo con respecto al avance del trabajo determinado.
- Ergonomía Ambiental: Estudia los factores ambientales como: físico, químicos, biológicos, térmicos, visuales, acústicos que contribuyen en el ambiente laboral.
- Ergonomía Temporal: Establece la relación del colaborador con el entorno relativo del ámbito laboral, tiempos de trabajo, integración de pausas y descanso.
- Ergonomía de Organizaciones: Determina que se debe adecuar los sectores organizativos, social y cultural que rodean a los colaboradores. Concretamente se centra en el trabajo en grupo, estructura de la organización y en la cooperación de sus colaboradores. [11]

2.2.3. Lesiones y Enfermedades Habituales

Según OIT [12], refiere que las lesiones y enfermedades son originadas por el entorno laboral inadecuado y se desarrollan con el transcurrir del tiempo. Así, por ejemplo, el colaborador se sentirá incómodo cuando desarrolla su función y padecerá alguna dolencia en los músculos al retornar acaso. Es de suma importancia investigar los problemas de este tipo por lo que puede comenzar con algún dolor, trayendo como consecuencia lesiones o enfermedades mortales.

En la tabla 1, se muestra las lesiones y enfermedades habituales.

Tabla 1. Lesiones y enfermedades habituales

LESIONES	SINTOMAS	CAUSAS TIPICAS
Bursitis: Inflamación de la cavidad que existe entre la piel y el hueso o el hueso y el tendón. Se puede producir en la rodilla, el codo o el hombro.	Inflamación en el lugar de la lesión.	Arrodillarse, hacer presión sobre el codo.
Celulitis: Infección de la palma de la mano a raíz de roces repetidos.	Dolores e inflamación de la palma de la mano.	Empleo de herramientas manuales, como martillos y palas, junto con abrasión por polvo y suciedad.
Cuello u hombro tensos: Inflamación del cuello y de los músculos y tendones de los hombros.	Dolor localizado en el cuello o en los hombros.	Mantener una postura forzada
Dedo engatillado: inflamación de los tendones y/o las vainas de los tendones de los dedos.	Incapacidad de mover libremente los dedos, con o sin dolor.	Movimientos repetitivos. Tener que agarrar objetos durante demasiado tiempo, con demasiada fuerza o con demasiada frecuencia.
Epicondilitis: Inflamación de la zona en que se unen el hueso y el tendón. Se llama "codo de tenista" cuando sucede en el codo.	Dolor e inflamación en el lugar de la lesión.	Tareas repetitivas, a menudo en empleos agotadores como ebanistería, enyesado o colocación de ladrillos.
Ganglios: Un quiste en una articulación o en una vaina de tendón. Normalmente, en el dorso de la mano o la muñeca.	Hinchazón dura, pequeña y redonda, que normalmente no produce dolor.	Movimientos repetitivos de la mano.
Osteoartritis: Lesión de las articulaciones que provoca cicatrices en la articulación y que el hueso crezca en demasía.	Rigidez y dolor en la espina dorsal y el cuello y otras articulaciones.	Carga durante mucho tiempo de la espina dorsal y otras articulaciones.
Síndrome del túnel del carpo bilateral: Presión sobre los nervios que se transmiten a la muñeca.	Hormigueo, dolor y entumecimiento del dedo gordo y de los demás dedos, sobre todo de noche.	Trabajo repetitivo con la muñeca encorvada. Utilización de instrumentos vibratorios. A veces va seguido de tenosinovitis (véase más abajo).
Tendinitis: Inflamación de la zona en que se unen el músculo y el tendón.	Dolor, inflamación, reblandecimiento y enrojecimiento de la mano, la muñeca y/o el antebrazo. Dificultad para utilizar la mano.	Movimientos repetitivos.
Tenosinovitis: Inflamación de los tendones y/o las vainas de los tendones.	Dolores, reblandecimiento, inflamación, grandes dolores y dificultad para utilizar la mano.	Movimientos repetitivos, a menudo no agotadores. Puede provocarlo un aumento repentino de la carga de trabajo o la implantación de nuevos procedimientos de trabajo.

Fuente: Organización Internacional del trabajo, 2008

2.2.4. Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Según MINTRA [3], su propósito es establecer una política, de seguridad y salud en el trabajo, establece acciones para cumplir con dichos propósitos, está asociado con el compromiso social, crea condiciones óptimas en los diferentes sectores para mejorar la calidad de vida y promueve la competitividad en el sector. Para esta investigación se tomará en cuenta la pirámide de control de prevención de riesgos para minimizar los riesgos que se van a encontrar en los laboratorios de cómputo.



Figura 1. Jerarquía de control de prevención de riesgos

Fuente: Norma Básica de la Ergonomía

A, continuación se explica los controles de prevención de riesgos:

- **Eliminación:**
Es más viable eliminar los peligros cuando un procedimiento de trabajo pasa por un proceso de desarrollo.
- **Sustituir:**
Se procede en modificar algún proceso por uno de menor peligro.
- **Controles de Ingeniería:**
Para ello se debe realizar un análisis, de acuerdo a la pirámide ya que no se puede eliminar el riesgo y tampoco sustituir se debe proceder al Control de Ingeniería con el fin de rediseñar la actividad.
- **Controles Administrativo:**
Se realiza proporcionando controles como capacitaciones, pausas activas o ejercicios de estiramiento y se fortalece los controles anteriores que se hayan implementado.

➤ Equipos de protección personal:

Es el último eslabón de protección, trabaja en relación con los controles de ingeniería y administrativo.

2.2.5. Métodos de Evaluación Ergonómica para el análisis postural

Según [13], en su investigación determina que es la adopción de movimientos repetitivos de los estudiantes universitarios durante el desarrollo de sus actividades diarias en los laboratorios de cómputo, no solo les ocasiona fatiga si no que esas posiciones continuas causan trastornos en los músculos por lo cual se debe identificar las labores con mayor carga postural para minimizar el riesgo. Así mismo dependiendo de la gravedad se determinará realizar una capacitación ergonomica con los estudiantes universitarios. Para la identificación del peligro se han elaborado distintos métodos, que sirvan de base para el seguimiento de estas acciones riesgosas. Los métodos se clasifican de la siguiente manera:

- Evaluación de la carga postural mediante el Método RULA.
- Evaluación de posturas forzadas mediante el Método REBA.
- Evaluación de la carga física mediante el Método OWAS.
- Evaluación postural rápida mediante el Método EPR.

A, continuación se muestra en la tabla 2, los diferentes métodos de evaluación ergonomica para el análisis postural.

Tabla 2. Métodos de evaluación ergonómica para análisis postural

MÉTODO	OBJETIVO	EVALUACIÓN	APLICACIÓN
RULA	Analiza la exposición de los estudiantes a factores de riesgos que causan una elevada carga postural y puede causar trastornos en los miembros superiores del cuerpo.	Posturas individuales es por ello que se elegi aquella postura más elevada por su duración, frecuencia y fuerzas ejercidas.	La aplicación del método consiste con la observación de la actividad del estudiante universitario durante varios ciclos, desarrollando sus clases diarias y se determinará qué postura se evaluará por su duración, frecuencia.
REBA	Evalúa el grado de exposición de los estudiantes universitarios al riesgo por la adopción de posturas inadecuadas. Es un método sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia de la manipulación de cargas inestables o impredecibles.	Posturas individuales y valora aspectos influyentes en la carga física como la carga o fuerza manejada, tipo de agarre, actividad desarrollada por los estudiantes.	Consiste con la observación de la actividad del estudiante universitario durante varios ciclos, desarrollando sus clases diarias. A partir de esta observación se elegirá la postura más significativa, por su duración, por presentar, a priori, una mayor carga postural que serán las que se van a evaluar.
OWAS	Analiza la carga física de las posturas adoptadas durante las labores.	Evalúa posturas de forma global durante el desempeño de la tarea.	Consiste con la observación de la tarea desarrollada por el estudiante universitario. Si existen diferentes actividades a lo largo del periodo observado se determinará una división en diferentes fases de trabajo.
EPR	Es una herramienta que permite realizar una valoración de las posturas adoptadas por el estudiante a lo largo del desarrollo de clases.	No evalúa posturas concretas, realiza una valoración global de las diferentes posturas adoptadas y del tiempo que son mantenidas.	La aplicación del método consiste con la observación del estudiante durante una hora de desempeño de su tarea, se anota las que adopta y el tiempo que las mantiene proporcionando un valor numérico al nivel de carga.

Fuente: Ergonautas, 2015

2.2.5.1. Método Rula

El método Rula analiza posturas individuales para ello identifica cuales va a valorar por su duración, frecuencia o porque presenta una desviación en lo que refiere a la posición neutra. Para ello se debe considerar los siguientes pasos:

- Establece los periodos de tarea y observar al estudiante en diferentes periodos.
- Identifica las posturas que se va a valorar.
- Se establece analizar los dos lados del cuerpo.
- Tomar los datos de ángulos requeridos.
- Establece la puntuación por cada parte del cuerpo y se utiliza la siguiente tabla del grupo A y grupo B.

En la tabla 3, se presenta la puntuación del Grupo A.

Tabla 3. Puntuación del grupo A

Puntuación A	Tabla B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	8	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: Ergonautas, 2015

- Posteriormente se muestra en la tabla 4, la puntuación del Grupo B.

Tabla 4. Puntuación del grupo B

	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
Cuello	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9

Fuente: Ergonautas, 2015

- Se refleja en la tabla 5, la puntuación final del Método Reba.

Tabla 5. Puntuación final del método rula

	Puntuación D						
Puntuación C	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: Ergonautas, 2015

- Para ello se explicará el nivel de actuación, según la puntuación final obtenida, tal cual se presenta en la tabla 6 [13]

Tabla 6. Nivel de puntuación

Puntuación	Nivel	Actuación
1 o 2	1	Riesgo Aceptable
3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea, es conveniente profundizar en el estudio
5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea

Fuente: Ergonautas, 2015

2.2.5.2. Método Reba

El método Reba evalúa posturas individuales para ello identifica cuales va a analizar por su duración, frecuencia o porque presenta desviación en lo que refiere a la posición neutra. Analiza posiciones adoptadas por los miembros superiores e inferiores del cuerpo.

Para ello se debe considerar los siguientes pasos:

- Establece los periodos de tarea y observar al estudiante en diferentes periodos.
- Identifica las posturas que se van a valorar.
- Se establece analizar el miembro superior e inferior del cuerpo.
- Tomar los datos de ángulos requeridos.
- Establece la puntuación por cada miembro del cuerpo, por lo cual se emplea la tabla del Grupo A y Grupo B.

En la tabla 7, se evidencia la puntuación del Grupo A.

Tabla 7. Puntuación del grupo A

	CUELLO											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
TRONCO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Fuente: Ergonautas, 2015

- Se refleja en la tabla 8, la puntuación del Grupo B.

Tabla 8. Puntuación del grupo B

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
BRAZO	1	2	3	1	2	3
1	1	2	3	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	4	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	7	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Fuente: Ergonautas, 2015

- En la tabla 9, se presenta la puntuación final del Método Reba.

Tabla 9. Puntuación final del método Reba

Puntuación A	Tabla B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	8	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: Ergonautas, 2015

- Después del estudio de las posturas adoptadas se determinará el nivel de riesgo con el fin de implementar las acciones necesarias.

2.2.6. Condiciones ambientales en los laboratorios de cómputo

Según SUNEDU [14], elaboró el Modelo de Licenciamiento y su Implementación en el Sistema Universitario Peruano para lo cual se tomará de referencia y determina como un procedimiento obligatorio donde las Universidades deben cumplir las Condiciones Básicas de Calidad para alcanzar una licencia que las habilite a prestar el servicio educativo. En la Condición III indica, que el servicio educativo debe prestarse en ambientes que cumplan requisitos mínimos de seguridad, capacidad y equipamiento necesario, esto incluye a las condiciones ambientales ya que es un factor primordial para que desarrollen sus clases los estudiantes universitarios en los laboratorios de cómputo.

2.2.6.1. Iluminación

Según INSHT [15], determina que la iluminación es la cantidad de luminosidad que se presenta en un ambiente. Establece parámetros para el análisis y la implementación de los puestos, para medir el nivel de iluminación se debe emplear un luxómetro. Así, mismo establece que cuando se desarrolla las actividades en un pequeño espacio se debe realizar una sola medición y para tener mediciones detalladas en un ambiente laboral complicado, se divide el área en una cuadrícula para ubicar las distintas mediciones

Según Norma Técnica EM.010 – Instalaciones Eléctricas Interiores [16], se aprobó del Reglamento Nacional de Edificaciones mediante Decreto Supremo N°015-2004-VIVIENDA, determina la iluminancia mínima a considerar en lux, según el ambiente interior y para ello indica en la tabla 10, la iluminancia mínima para los laboratorios de cómputo.

Tabla 10. Valores de iluminancia mínimas para ambiente al interior

Ambientes		Iluminancia en Servicio (Lux)
Centros de enseñanza	Salas de lectura	300
	Salones de clase Laboratorios Talleres	500

Fuente: Norma técnica EM. 010 – Instalaciones Eléctricas Interiores, 2014

Así mismo, establece la calidad de iluminación según el tipo de tarea visual o actividad a ejecutar en los distintos ambientes, tal como se evidencia en la tabla 11.

Tabla 11. Calidad de iluminación por tipo de tarea visual o actividad

Calidad	Tipo de tarea Visual o Actividad
A	Tarea visuales muy exactas
B	Tarea visuales con alta exigencia. Tarea visuales de exigencia normal y de alta concentración.
C	Tarea visuales de exigencia y grado de concentración normales y con un cierto grado de movilidad del trabajador
D	Tarea visuales de bajo grado de exigencia y concentración con trabajadores moviéndose frecuentemente dentro de un área específica
E	Tarea de baja visual, con trabajadores moviéndose dentro de un área específica

Fuente: Norma técnica EM. 010 – Instalaciones Eléctricas Interiores, 2014

2.2.6.2. Ambiente Térmico

Según MINTRA [3], determina que el ambiente térmico en un centro de estudio, es importante para desarrollar condiciones óptimas y mejora el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. Por el contrario, si es inadecuado produce una reducción significativa en el rendimiento físico y mental generando disconformidad de parte de ellos, por lo cual ocasiona trastornos, desvanecimiento y pérdida de conciencia. Así, mismo existen algunos parámetros adecuados para el desarrollo de sus actividades, debe estar comprendida entre 17 y 27°C y la humedad relativa debería oscilar entre 40% y el 90 %, excepto en las zonas de riesgo que exista electricidad estática su límite inferior será del 50%.

2.2.7. Antropometría

Según [17], en su estudio determinó que son las dimensiones del cuerpo humano que sirve de base las distintas estructuras anatómicas. Esta disciplina ayuda como herramienta a la ergonomía con la finalidad que se adapte el cuerpo humano y en el ambiente que lo rodea. En el diseño del mobiliario y los espacios se considerará las diferentes características físicas, destrezas y habilidades de las personas, tomando en cuenta todas las exigencias que esto implica.

2.2.7.1. Dimensiones del puesto

Establece que, en el diseño de los puestos de trabajo, no es suficiente pensar en realizarlos para personas de talla media, es más lógico y correcto tener en cuenta a los individuos de mayor estatura para acotar las dimensiones, por ejemplo, del espacio a reservar para las piernas debajo de la mesa, y a los individuos de menor estatura para acotar las dimensiones de las zonas de alcance en plano horizontal. Para establecer las dimensiones esenciales de un puesto de trabajo de oficina, se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

➤ Altura del plano de trabajo

Es de suma importancia para los estudiantes universitarios, se situó a una altura adecuada, ya que si esta es muy alta tendrían que levantar la espalda causando dolor en los omóplatos y si es muy baja les generará que se doble más de lo normal causando dolores en los músculos de la espalda. Es necesario que el plano de trabajo se sitúe a una altura adecuada a la talla del estudiante, ya sea en trabajos sentados o de pie.

Si el trabajo requiere el uso teclado de escritura, se debe tener en cuenta la libertad de movimientos, para lo cual es necesario que el plano de trabajo esté situado a la altura de los codos; el nivel del plano de trabajo nos lo da la altura de la máquina, por lo tanto, la altura de la mesa de trabajo deberá ser un poco más baja que la altura de los codos. Así mismo si el trabajo es de oficina, leer y escribir, la altura del plano de trabajo se colocará a la altura de los codos, considerando la altura de los estudiantes de mayor estatura ya que los demás se pueden adecuar a la altura con sillas regulables.

Las alturas del plano de trabajos recomendadas para trabajos sentados serán los indicados en la figura 2.



Figura 2. Altura de plano de trabajo para puestos de trabajo sentado

Fuente: Chavarria, 2006

➤ Espacio reservado para las piernas

Para el espacio libre de las piernas de los estudiantes universitarios, en la figura 3 se establece las dimensiones mínimas.

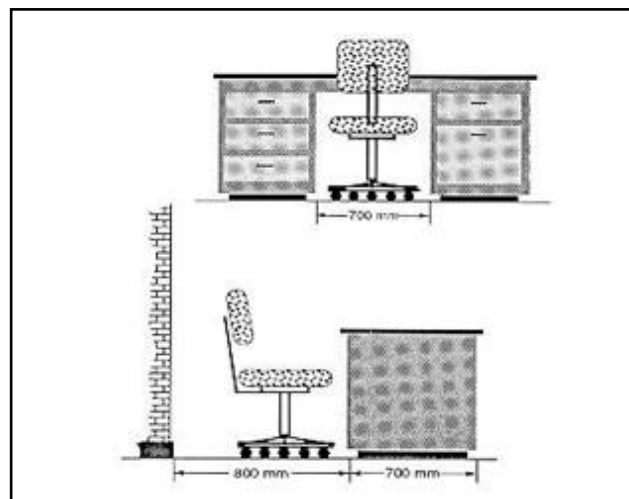


Figura 3. Medidas para el aplazamiento en puestos de trabajo sentado

Fuente: Chavarria, 2006

➤ Zona alcance óptimas en el área de trabajo

Una buena disposición de los elementos a manipular en los laboratorios de cómputo, no nos obligará a realizar movimientos forzados del tronco con los consiguientes problemas de dolor de espalda. En el plano vertical y horizontal, se determina cuáles son las distancias óptimas para que consigan una postura adecuada, tal como se evidencia en las figuras 4 y figura 5 respectivamente.

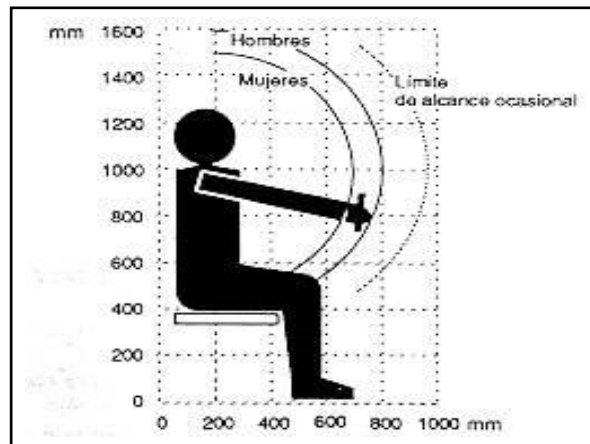


Figura 4. Arco de manipulación vertical en plano sagital

Fuente: Chavarria, 2006

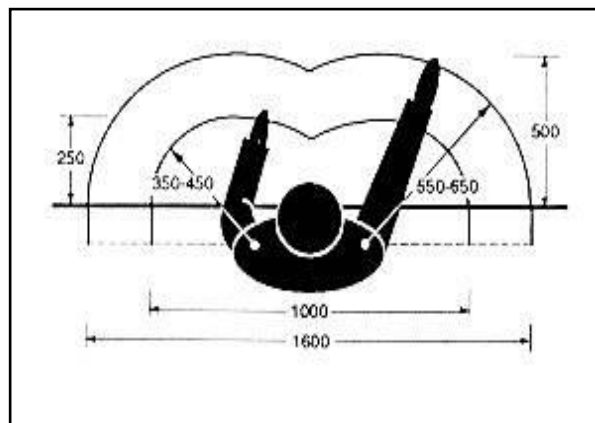


Figura 5. Arco horizontal del alcance del brazo y área de trabajo sobre una mesa (medida en mm)

Fuente: Chavarría, 2006

2.2.7.2. Posturas de trabajo

Cabe recalcar que sí los estudiantes universitarios desarrollen sus clases diarias sentados, no quiere decir que sientan cómodos. Existen problemas por la posición prologanda, primordialmente les perjudica en la espalda. Para conseguir una postura de trabajo adecuada, se debe tomar en cuenta ciertos criterios y son:

2.2.7.2.1. Sillas de trabajo :

Las silla y asientos requieren dimensiones específicas con el fin de que los estudiantes universitarios se sientan cómodos y su rentimiento sea mayor, en la tabla 12 refleja siguientes características:

Tabla 12. Medidas de la silla del asiento

Asiento	Medida apropiada (cm)
Regulable en altura	30- 50
Anchura	40-45
Profundidad	38-42
Relleno (tela flexible y transpirable)	2

Fuente: Chavarría, 2006

- El Respaldo bajo debe ser regulable para lograr el correcto apoyo de las vértebras lumbares y las medidas se detalla en la tabla 13.

Tabla 13. Medidas del respaldo bajo

Respaldo bajo	Medida apropiada (cm)
Anchura	40 - 45
Altura	25 - 35
Ajuste en altura	15- 25

Fuente: Chavarria,2006

- El Respaldo alto permitirá el apoyo del lumbar y deben ser regulables, la dimensión se detalla en la tabla 14.

Tabla 14. Medidas del respaldo alto

Respaldo bajo	Medida apropiada (cm)
Anchura	30-50
Altura	45-50
Regulación de inclinación	95-110

Fuente: Chavarría, 2006

- Los respaldos altos facilitan un apoyo completo de la espalda y cabeza y de cierta manera ayuda a relajar los músculos. La base de apoyo de la silla permite una correcta estabilidad es por ello que debe tener cinco brazos con ruedas que le faciliten desplazarse con mayor facilidad. La longitud de los brazos debe ser igual a la del asiento, tal como se evidenció en la tabla 12. En la figura 6, se muestra el diseño adecuado de la silla.

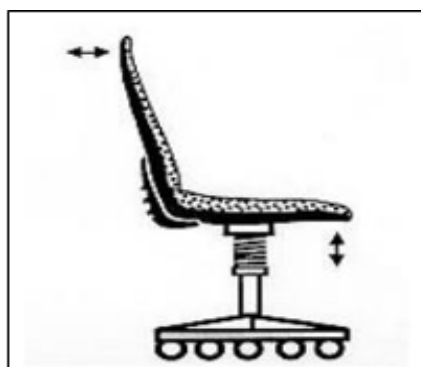


Figura 6. Silla de trabajo con respaldo

Fuente: Chavarría, 2006

2.2.7.2.2 Mesa de trabajo:

La mesa de trabajo cumple un rol importante ya que facilita el desarrollo de las tareas y se recomienda que la superficie sea de material mate y color suave para ello debe cumplir las siguientes medidas y se describe en la tabla 15. [17]

Tabla 15. Dimensiones de la mesa

Mesa	Media apropiada (cm)
Altura fija	70
Altura regulable	68 - 70
Superficie mínima de ancho	120 – 80
Espesor no debe ser mayor	3

Fuente: Chavarría, 2006

2.2.8. Elaboración de Matriz IPERC para el análisis de factores de riesgo

Según Ley N°29783 [18, 19], determina que la Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos se aplica para localizar y reconocer que existen peligros, evaluar riesgos y definir sus características.

Procedimiento:

Para la evaluación de riesgos se deberá inspeccionar los laboratorios de cómputo con la finalidad de identificar los peligros a los que se exponen los estudiantes.

Estimación del riesgo:

Una vez identificado cada uno de los riesgos se procederá a llenar la “Matriz de Evaluación de Riesgos” y para elaborarlo servirá de guía la Resolución Ministerial 050-2012-TR, promulgada por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo y para ello se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

➤ Nivel de Probabilidad (NP)

Sí, se produce el riesgo causa daños al estudiante y al entorno. Tal, como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Probabilidad y criterios para elaboración matriz IPERC

Probabilidad (P)	Criterios Aplicados
Baja	El daño ocurrirá varias veces
Media	El daño ocurrirá en algunas ocasiones
Alta	El daño ocurrirá siempre o casi siempre

Fuente: Resolución Ministerial 050- 2012-TR

➤ Nivel de consecuencias permisibles (NC)

En la tabla 17, se muestra el daño que le puede causar a los estudiantes universitarios.

Tabla 17. Nivel de consecuencia y criterios para la elaboración Matriz IPERC

Nivel de consecuencia o severidad	Criterios aplicados
Ligeramente dañino 1	Lesión sin incapacidad (Seguridad) Incomodidad (Ocupacional).
Dañino 2	Lesión con incapacidad temporal (Seguridad). Daño a la salud reversible (Salud Ocupacional).
Extremadamente dañino 3	Lesión con incapacidad permanente (Seguridad). Daño a la salud reversible (Salud Ocupacional).

Fuente: Resolución Ministerial 050 – 2012 - TR

➤ **Nivel de exposición (NE)**

Es la continuidad con la que se da la exposición del peligro, se detalla en la tabla 18.

Tabla 18. Nivel de exposición y criterios para la elaboración Matriz IPER

Nivel de Exposición	Criterios Aplicados
Esporádicamente 1	Alguna vez en sus clases diarias y con período de corto tiempo. Al menos una vez al año.
Esporádicamente 2	Varias veces en sus clases diarias y con periodos cortos. Al menos una vez al mes.
Esporádicamente 3	Continuamente o varias veces en sus clases diarias con tiempo prolongado. Al menos una vez al día

Fuente: Resolución Ministerial 050- 2012-TR

➤ **Valoración del riesgo:**

Con la puntuación obtenida y cotejando con la valoración del riesgo, se concluye sobre la tolerabilidad de riesgo y se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Valoración del riesgo para la elaboración Matriz IPERC

Nivel de riesgo	Interpretación / Significado
Intolerable 25 – 36	No se debe comenzar ni continuar las clases hasta que se reduzca el riesgo, si no es posible reducir el riesgo se debe prohibir las clases.
Importante 17 – 24	No se debe comenzar las clases hasta que se reduzca el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo.
Moderado 9 – 16	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo. Las medidas para reducir el riesgo deben implementarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer con el fin de mejora de las medidas de control.
Tolerable 5 – 8	No se necesita mejorar la acción preventiva, pero se debe considerar soluciones rentables que no supongan una carga económica importante.
Aceptable 0 – 4	No se necesita adoptar ninguna acción.

Fuente: Resolución Ministerial 050- 2012-TR

➤ **Clasificación del Riesgo:**

En la identificación de riesgos detalla, la probabilidad y la consecuencia que genera el riesgo. Tal, como se evidencia en la tabla 20.

Tabla 20. Identificación de Riesgos

		CONSECUENCIA		
		Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
PROBABILIDAD	Baja	Aceptable 4	Tolerable 5 - 8	Moderado 9 - 16
	Media	Tolerable 5 - 8	Moderado 9 - 16	Importante 17 - 24
	Alta	Moderado 9 - 16	Importante 17 - 24	Intolerable 25 - 36

Fuente: Resolución Ministerial 050- 2012- TR

En la tabla 21, se describe los niveles de riesgo de la Matriz IPERC que servirán de base para que la Universidad, pueda tomar en cuenta con la finalidad de mejorar los controles existentes o implementar nuevos.

Tabla 21. Estimación del riesgo para la elaboración Matriz IPER

INDICE	PROBABILIDAD				SEVERIDAD (Consecuencia)	ESTIMACION DEL NIVEL DE RIESGO		
	Personas Expuestas (PE)	Procedimientos de Trabajo (PT)	Capacitación (C)	Exposición al Riesgo (ER)		Grado de Riesgo	Puntaje	Criterio significancia
1	De 1 a 3	Existen Son satisfactorios Son suficientes	Personal entrenado Conoce el peligro y lo previene	Al menos 1 vez al Año (S)	Lesión sin incapacidad (S)	Aceptable (AC)	4	No significativo (NS)
				Esporádicamente (SO)	Disconfort/ Incomodidad (SO)	Tolerable (TO)	5 a 8	
2	De 4 a 12	Existen parcialmente No satisfactorios No suficientes	Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro y toma acciones de control	Al menos 1 vez al Mes (S)	Lesión con incapacidad temporal (S)	Moderado (MO)	9 a 16	Significativo (SG)
				Eventualmente (SO)	Daño a la salud reversible	Importante (IM)	17 a 24	
3	Más de 12	No existen	Personal no entrenado, no conoce el peligro y no toma acciones de control.	Al menos 1 Vez al Día (S)	Lesión con incapacidad permanente (S)	Intolerable (IT)	25 a 36	
				Permanentemente (SO)	Daño a la salud irreversible			

Fuente: Resolución Ministerial 050- 2012- TR

III. RESULTADOS

Esta investigación dará respuesta a los objetivos a continuación, se presentará los resultados del estudio de la propuesta de mejora en los laboratorios de cómputo para reducir los riesgos disergonómicos en estudiantes universitarios.

3.1. Diagnóstico

El estudio se refiere a una institución que se encuentra en la ciudad de Chiclayo, cuenta con docentes de experiencia y altamente calificados, alumnos y graduados. Es una institución de prestigio, sin fines de lucro y que busca contribuir a la formación y excelencia de los estudiantes. La institución universitaria tiene 21 años de funcionamiento, cuenta con 18 carreras profesionales integradas en cinco facultades. Esta universidad abre sus puertas a todos los que compartan sus fines y a quienes hagan suyos los principios que la inspiran.

Facultades: La Universidad cuenta con 5 facultades:

- Facultad de Derecho.
- Facultad de Ingeniería.
- Facultad de Humanidades.
- Facultad de Medicina.
- Facultad de Ciencias Empresariales.

La Facultad de Ingeniería como parte de la institución se encarga de formar profesionales íntegros con éxito en el entorno profesional. En el cuarto piso de la facultad está distribuido de la siguiente manera:

- Cinco Laboratorios de cómputo (N°415, N°416, N°417, N°418 y N°419)
- Oficina de Audios Visuales.
- Ambientes de limpieza.
- Oficina de Capellanía.
- Servicios Higiénicos.
- Oficina Administrativa.

La facultad de Ingeniería comprende las siguientes escuelas: Ingeniería de sistemas y computación, Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Eléctrica y Arquitectura. En la tabla 22, se muestra los de estudiantes matriculados durante el ciclo 2019 I- II.

Tabla 22. Estudiantes matriculados – Facultad de Ingeniería

FACULTAD	CICLO		
	2019 – I	2019 - II	TOTAL
Ing. Sistemas Y Computación	402	381	783
Ing. Industrial	738	694	1,432
Ing. Civil	1,155	1,120	2,275
Ing. Mecánica Eléctrica	226	212	438
Arquitectura	759	712	1,471
			5,961

Fuente: Universidad,2019

Para llevar a cabo el diagnóstico, se determinó visitar los laboratorios de cómputo con el fin de observar los riesgos disergonómicos a los que se enfrentan los estudiantes universitarios. Para ello se elaboró la Matriz de Evaluación de Riesgos, en el cual se tomará en consideración, descripción de la tarea, el tipo y descripción del peligro, suceso y daños del riesgo, probabilidad, nivel de riesgo y las medidas de control.

Es de suma importancia mencionar que para realizar la Matriz IPERC, se tendrá en cuenta los niveles de riesgo de acuerdo a la tabla 21 y para elaborarlo servirá de guía la Resolución Ministerial 050-2012-TR, tal como se evidencia en la tabla 23.

Tabla 23. Matriz IPERC

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LA UNIVERSIDAD												
Área: Laboratorio de cómputo												
TAREA	PELIGRO	RIESGO	PROBABILIDAD									MEDIDAS DE CONTROL
			Índice personas expuestas (A)	Índice procedimientos de trabajo (B)	Índice de capacitación (C)	Exposición al riesgo (D)	Índice de probabilidad (A+B+C+D)	Índice de Severidad	Probabilidad x Severidad	Nivel de riesgo	Riesgo Significativo	
DESARROLLO DE CLASES	Postura incomoda	Trastorno musculoesquelético	3	3	3	2	11	3	33	IT	SG	Mobiliario ergonómico.
	Espacio reducido	Trastorno musculoesquelético	3	2	3	2	10	2	20	IM	SG	Mejora de la distribución del laboratorio de cómputo.
	Deficiente iluminación	Fatiga visual	3	2	3	2	10	2	20	IM	SG	Cambio de luminarias.
	Estrés termico	Sobrecarga térmica	3	2	3	2	10	2	20	IM	SG	Cambio del sistema del aire acondicionado.
USO DE COMPUTADORA	Posición sentada	Trastorno musculoesquelético	3	3	3	2	11	3	33	IT	SG	Programa de pausas activas por un intervalo de 10 minutos y capacitaciones.
Nivel de Riesgo	ACEPTABLE	TOLERABLE	MODERADO	IMPORTANTE	INTOLERABLE							

Fuente: Laboratorio de cómputo

3.1.1. Postura Incomoda

Se empleó el registro visual en los laboratorios de cómputo para evidenciar los riesgos ergonómicos a los que se enfrentan los estudiantes universitarios y se evidenció en la figura 7, al estudiante con una postura incómoda.



Figura 7. Postura incómoda del estudiante

Fuente: Laboratorio de cómputo

Interpretación:

El tronco del estudiante universitario se encuentra flexionado con un ángulo de 22° , el cuello en un ángulo de 41° , el antebrazo flexionado y con ángulo mayor a 100° , la muñeca en un ángulo de 129° , las rodillas tienen soporte bilateral – sentado con un ángulo 59° .

3.1.1.1 Matriz de ponderación de evaluación ergonómica

Para analizar los factores de evaluación de riesgos disergonómicos se valoró mediante la matriz de enfrentamiento (ver anexo 1). Así, mismo se procedió a ponderar mediante la tabla 24, con la finalidad de escoger los métodos adecuados para evaluar a los estudiantes universitarios.

Tabla 24. Matriz de Ponderación de Evaluación Ergonómica

Factores de riesgo	PESO (%)	RULA		REBA		OWAS		EPR	
		Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
Posturas forzadas	17%	2	34	2	34	2	34	1	17
Duración	10%	2	20	2	20	1	10	1	10
Movimientos repetitivos	7%	2	14	2	14	2	14	0	0
Posturas estáticas	10%	2	20	2	20	2	20	2	20
Posturas de cabeza y cuello	16%	2	32	2	32	1	16	2	32
Posturas de miembros superiores	14%	2	28	2	28	2	28	2	28
Posturas del tronco	17%	1	17	1	17	2	34	2	34
Posturas de muñeca	9%	2	18	2	18	0	0	1	9
TOTAL	100%	14	183	15	183	11	156	10	150

Fuente: Elaboración propia. Basado en (ver Anexo N° 01).

Interpretación:

En la tabla 24, se muestra que los métodos más idóneos para evaluar a los estudiantes universitarios es el método Rula y Reba y se muestra a continuación:

3.1.1.1.1 Método RULA

Grupo A: Análisis de brazo, antebrazo, muñeca:

➤ Puntuación del brazo

Se deberá medir el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco y se analizará la posición del brazo. En la figura 8, se evidencia.



Figura 8. Posición del brazo

Fuente: Laboratorio de cómputo

Tabla 25. Puntuación del brazo

Posicion	Puntuacion
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Fuente: Ergonautas, 2015

Tabla 26. Modificaciones de la puntuación del brazo

Posicion	Puntuacion
Hombro elevado o brazo rotado	+1
Brazos Abducidos	+1
Existe un punto de apoyo	-1

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: Se evaluó que la posición del brazo se encuentra flexionado en un ángulo de 31° y se observa en la figura 8 resultando 3 puntos, tal como se muestra en la tabla 25. Se considera que hay un punto de apoyo por lo cual disminuye 1 punto y se evidencia en la tabla 26. Por lo tanto se concluye que la puntuación es de 2.

➤ Puntuación del antebrazo

Se analiza la posición del antebrazo y se observa en la figura 9.



Figura 9. Posición del antebrazo

Fuente: Laboratorio de cómputo

Tabla 27. Puntuación del antebrazo

Posicion	Puntuacion
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión $<60^\circ$ o $>100^\circ$	2

Fuente: Ergonautas, 2015

Tabla 28. Modificación de la puntuación del antebrazo

Posicion	Puntuacion
Al lado del cuerpo	+1
Cruza la línea media	+1

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: En la figura 9, se refleja que el antebrazo está en un ángulo de 101° , por lo que se considera una puntuación de 2 de acuerdo a la tabla 27. El antebrazo cruza la línea, aumentando la puntuación a 1, tal como se muestra en la tabla 28 y se obtuvo un resultado final de 3 puntos.

➤ **Puntuación de la muñeca**

Para ello se analiza la posición de la muñeca y se evidencia en la figura 10.



Figura 10. Posición de la muñeca

Fuente: Laboratorio de cómputo

Tabla 29. Puntuación de la muñeca

Posicion	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$	2
Flexión o extensión $> 15^\circ$	3

Fuente: Ergonautas ,2015

Tabla 30. Modificación de la puntuación de la muñeca

Posicion	Puntuación
Desviación radical	+1
Desviación cubital	+1

Fuente: Ergonautas, 2015

Tabla 31. Puntuación del giro de la muñeca

Posicion	Puntuación
Pronación o supinación media	1
Pronación o supinación extrema	2

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: La posición de la muñeca se encuentra flexionada en un ángulo de 20° , y se muestra en la figura 10. El resultado de 3 puntos tal como se evidencia en la tabla 29. La muñeca del estudiante no presenta desviación y pronación.

Grupo B: Análisis de cuello, tronco, piernas:

➤ Puntuación del cuello

Se muestra en la figura 11, el ángulo de la posición del cuello.



Figura 11. Posición del cuello

Fuente: Laboratorio de cómputo

Tabla 32. Puntuación del cuello

Posiciones	Puntuación
Flexión entre 0 y 10°.	1
Flexión >10 y ≤ 20°	2
Flexión >20°	3
Extensión en cualquier grado	4

Fuente: Ergonautas, 2015

Tabla 33. Modificaciones de la puntuación del cuello

Posición	Puntuación
Cabeza rotada	+1
Cabeza con inclinación lateral	+1

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: La puntuación calculada para el cuello del estudiante presenta un ángulo de 46°, se presenta en la figura 11 y se obtiene un resultado de 3 de puntos de acuerdo a la tabla 32. Se evidencia cabeza rotada del estudiante con una puntuación de 1. Resultado total es de 4 puntos.

➤ Puntuación del tronco

Se muestra en la figura 12, el ángulo de la posición del tronco.



Figura 12. Posición del tronco

Fuente: Laboratorio de cómputo

Tabla 34. Puntuación del tronco

Posición	Puntuación
Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco- cadera > 90°	1
Flexión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60°	3
Flexión > 60°	4

Fuente: Ergonautas, 2015

Tabla 35. Modificación de la puntuación del tronco

Posición	Puntuación
Tronco con inclinación lateral o rotación	1

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: La puntuación del tronco se encuentra en un ángulo de 28° y se evidencia en la figura 12. Resultando una puntuación de 3 puntos, tal como se muestra en la tabla 34. El tronco del estudiante no presenta inclinación o rotación.

➤ Puntuación de piernas

La puntuación de las piernas depende de la distribución del peso entre ellas, si hay apoyos y si la posición es sedente, se muestra en la figura 13.

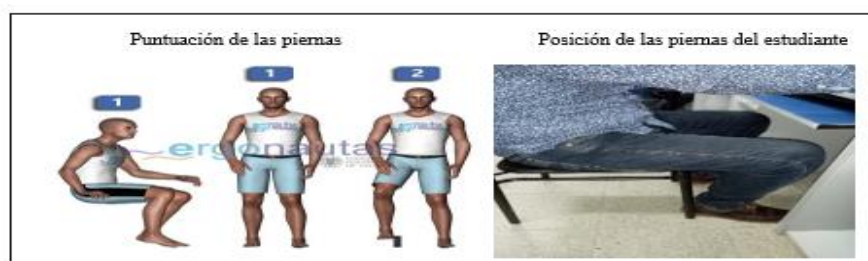


Figura 13. Posición de las piernas

Fuente: Laboratorio de cómputo

Tabla 36. Puntuación de las piernas

Posición	Puntuación
Sentado en piernas y pies bien apoyados.	1
De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar la posición.	1
Los pies no están apoyados o el peso no está simétricamente distribuido.	2

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: Se muestra en la figura 13, que el estudiante se encuentra sentado con pies y piernas bien apoyados por lo cual se procedió con una puntuación de 1 y se evidencia en la tabla 36.

PUNTUACIÓN DEL GRUPO A y B

La puntuación del Grupo A son los siguientes:

Tabla 37. Puntuación del Grupo A

Puntuaciones del grupo A	
Miembros	Puntos
Brazo	2
Antebrazo	3
Muñeca	3

Grupo A= 8
puntos

Fuente: Ergonautas, 2015

- Se procedió a consultar la tabla 38, que se emplea en el método RULA con el fin de hallar la puntuación del Grupo A.

Tabla 38. Puntuación del grupo A – Método RULA

Brazo	Antebrazo	MUÑECA							
		1		2		➡ 3		4	
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
		1	2	1	2	➡ 1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
➡ 2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	➡ 3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	3	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: En la tabla 38, del grupo A se muestra la puntuación de 4 puntos.

Puntuaciones del Grupo B

Las puntuaciones del grupo B son las siguientes:

Tabla 39. Puntuaciones del Grupo B

Puntuaciones del grupo B	
Miembros	Puntos
Cuello	4
Tronco	3
Piernas	1

Grupo B = 8
puntos

Fuente: Ergonautas, 2015

- Seguidamente, se procedió a consultar la tabla 40, que se emplea en el método REBA con el fin de hallar la puntuación del Grupo B.

Tabla 40. Puntuación del Grupo B – Método RULA

Cuello	Tronco											
	1		2		→ 3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1	2	1	2	→ 1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	6	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
→ 4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: Se muestra en la tabla 40, del Grupo B del Método RULA que obtiene un resultado de 6 puntos.

➤ **Las puntuaciones de los Grupo A y B**

Se incrementa, si la actividad es fija o repetitiva y si la tarea es ocasional, se considerará actividad dinámica por lo cual no se modificarán la puntuación, se refleja en la tabla 41.

Tabla 41. Puntuación por tipo de actividad

Tipo de actividad	Puntuación
Estática (se mantiene más de un minuto seguido)	+1
Repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto)	+1
Ocasional, poco frecuente y de corta duración	0

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: En la tabla 41, se muestra la puntuación que es de 1 punto por lo que la actividad es estática más de 1 minuto seguido.

- Se incrementará las puntuaciones anteriores en función de las fuerzas ejercidas, de acuerdo a la tabla 42, se evidencia que la puntuación es 0.

Tabla 42. Puntuación por carga o fuerzas ejercidas

Carga o fuerza	Puntuación
Carga menos de 2 kg. mantenida intermitentemente	0
Carga entre 2 y 10 kg. Mantenida intermitentemente	+1
Carga entre 2 y 10 kg. estática o repetitiva	+2
Carga superior a 10 kg mantenida intermitentemente	+2
Carga superior a 10 kg estática o repetitiva	+3
Se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas	+3

Fuente: Ergonautas, 2015

- Las puntuaciones del Grupo “A” es de 4 puntos y el Grupo” B” es de 6 puntos, será aumentada por la puntuacion del tipo de actividad (estática). Automáticamente se denominará C y D respectivamente, se considera que el grupo C es igual a 5 y el grupo D es igual a 7 puntos. Para ello se consulta en la tabla 43.

Tabla 43. Puntuacion Final del Método RULA

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	→ 7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
→ 5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: Ergonautas, 2015.

Interpretación: La puntuación final del método Rula es de 7 puntos, tal como se observa en la tabla 43.

- Se observa en la tabla 44, los niveles de actuación de acuerdo al resultado final.

Tabla 44. Niveles de actuación

Puntuación	Nivel	Actuación
1 o 2	1	Riesgo Aceptable
3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea, es conveniente profundizar en el estudio
5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: De acuerdo a la tabla 44, se muestra que el alumno se encuentra en un nivel “4” por lo que se requieren cambios urgentes en la tarea. Se concluye que es una postura inadecuada que adopta el estudiante durante largas horas al día cuando, se encuentra desarrollando sus clases diarias ocasionándole molestias e incomodidades.

3.1.1.1.2 Método REBA

A, continuación se detallará el análisis del estudiante universitario en el laboratorio de cómputo.

GRUPO A: Análisis de cuello, piernas, tronco:

➤ Puntuación del cuello

Se procedió a evaluar la posición del cuello del estudiante, se valorará a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. En la figura 14, se muestra el ángulo de la posición del cuello del estudiante.



Figura 14. Posición del cuello

Fuente: Laboratorio de cómputo

Tabla 45. Puntuación del cuello

Posiciones	Puntuación
Flexión entre 0 y 20°.	1
Flexión >20° o extensión.	2

Fuente: Ergonautas, 2015

Tabla 46. Modificación de la puntuación del cuello

Posición	Puntuación
Cabeza rotada o con inclinación lateral	+1

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: La puntuación calculada para el cuello del estudiante presenta un ángulo de 22° y se evidencia en la figura 14, por ello se determina una puntuación de 2 de acuerdo a la tabla 45 y la posición del cuello tiene inclinación lateral. Resultado 3 puntos.

➤ Puntuación de piernas

Se procedió a evaluar el ángulo de las piernas del estudiante y se muestra en la figura 15.

**Figura 15. Posición de la pierna**

Fuente: Laboratorio de cómputo

Tabla 47. Puntuación de piernas

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

Fuente: Ergonautas, 2015

Tabla 48. Incremento de la puntuación de las piernas

Posición	Puntuación
Flexión de una o ambas entre 30° y 60°	+1
Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)	+2

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: En la figura 15, se evidencia que la pierna del estudiante universitario está en un ángulo de 60°. En la tabla 47, se muestra la puntuación de 1 punto, existe flexión de ambas rodillas entre el ángulo de 30° y 60°, tal como se observa en la tabla 48 resultando 2 puntos.

➤ Puntuación del tronco

Se evaluó el ángulo del tronco del estudiante, tal como se observa en la figura 16.

**Figura 16. Posición del tronco**

Fuente: Laboratorio de cómputo

Tabla 49. Puntuación del tronco

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión > 20° y ≤60° o extensión > 20°	3
Flexión >60°	4

Fuente: Ergonautas, 2015

Tabla 50. Modificación de la puntuación del tronco

Posición	Puntuación
Tronco con inclinación lateral o rotación	+1

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: La puntuación del tronco del estudiante universitario se encuentra en un ángulo de 22° por ello la puntuación es de 3 puntos, tal como se muestra en la tabla 49. El estudiante no muestra torsión o inclinación lateral del tronco.

Grupo B: Análisis de antebrazo, muñeca y brazo

➤ Puntuación del antebrazo

Se observa en la figura 17, el ángulo de la puntuación del antebrazo del estudiante.

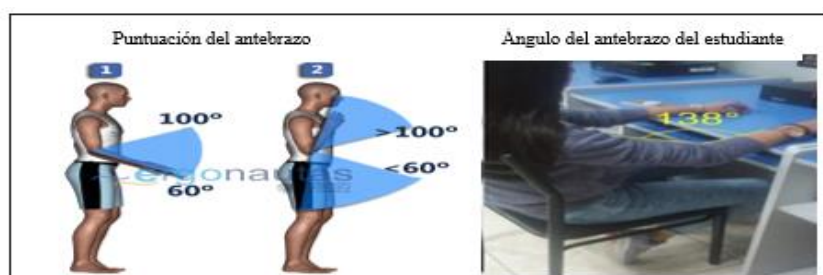


Figura 17. Posición del antebrazo

Fuente: Laboratorio de cómputo

Tabla 51. Puntuación del antebrazo

Posicion	Puntuacion
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión $<60^\circ$ o $>100^\circ$	2

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: Se analizo el antebrazo en función al angulo de flexión de 138° , tal como se muestra en la figura 17, para ello se aplicó una puntuación de acuerdo a la tabla 51 dando un resultado de 2 puntos, ya que se encuentra en un ángulo $<60^\circ$ o $>100^\circ$.

➤ Puntuación de muñecas

Seguidamente se procedió a evaluar la puntuación de la muñeca del alumno y se refleja en la figura 18.

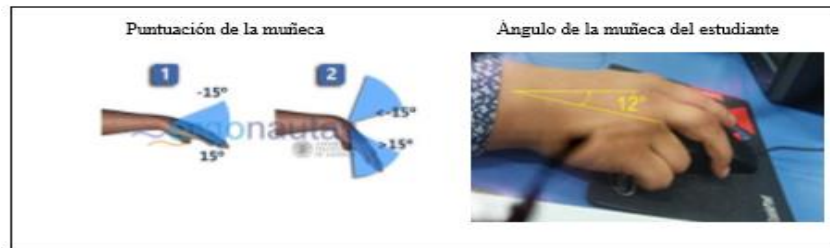


Figura 18. Posición de la muñeca

Fuente: Laboratorio de cómputo

Tabla 52. Puntuación de la muñeca

Posicion	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$	1
Flexión o extensión $> 15^\circ$	2

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: Se identificó que la posición de la muñeca se encuentra flexionada en un ángulo menor de 15° y se observa en la figura 18, resultando 1 punto y se evidencia en la tabla 52.

➤ Puntuación de brazos

Por último, se evaluó la puntuación del brazo del estudiante de acuerdo a la figura 19.



Figura 19. Posición del brazo

Fuente: Laboratorio de cómputo

Tabla 53. Puntuación del brazo

Posicion	Puntuacion
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Fuente: Ergonautas, 2015

Tabla 54. Modificaciones y puntuación del brazo

Posicion	Puntuacion
Brazo abducido, brazo rotado u hombro elevado	+1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: Se determinó que la posición del brazo se encuentra flexionado en un ángulo de 55°, tal como se observa en la figura 19., por ello se obtiene una puntuación de 3 puntos, tal como se muestra en la tabla 53. Se considera que hay un punto de apoyo por lo cual se disminuye 1 punto. Por lo tanto se concluye que la puntuación es de 2 puntos.

PUNTUACIÓN DEL GRUPO A y B:

➤ **La puntuación del Grupo A, son los siguientes:**

Tabla 55. Puntuación del Grupo A

Puntuaciones del grupo A	
Miembros	Puntos
Tronco	3
Cuello	3
Piernas	2

Grupo A = 8 puntos

Fuente: Ergonautas, 2015

- A, continuación se procedió a consultar la tabla 56 ,que se emplea en el método REBA con el fin de hallar la puntuación del Grupo A.

Tabla 56. Puntuación Inicial del Grupo A – Método REBA

Tronco	Cuello											
	1				2				➡ 3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	➡ 2	3	4
1	1	2	3	4		2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	4	6	4	5	6	7
➡ 3	2	4	4	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	8	9

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: Se observa en la tabla 56, la puntuación del Grupo A del método Reba es de 6 puntos.

- **Puntuaciones del Grupo B, son las siguientes:**

Tabla 57. Puntuaciones del Grupo B

Puntuaciones del grupo A	
Miembros	Puntos
Antebrazo	2
Muñeca	1
Brazos	2

Grupo B = 5
puntos

Fuente: Ergonautas, 2015.

- Se procedió a consultar la tabla 58, que se emplea en el método REBA con el fin de hallar la puntuación del Grupo B.

Tabla 58. Puntuación del Grupo B

Brazo	Antebrazo					
	1			→ 2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	→ 1	2	3
1	1	2	3	1	2	3
→ 2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	4	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	7	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: En la tabla 58, se muestra la puntuación del Grupo B es de 2 puntos

➤ **Puntuación de la carga o fuerza (Puntuación A)**

La puntuación de la carga cambiará si supera los kg de peso, incrementando en la tabla A. En la tabla 59, se observa que no hay incremento en función del peso de la carga.

Tabla 59. Puntuación de la carga/ fuerza

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 kg	→ 0
Carga o fuerza entre 5 y 10kg	+1
Carga o fuerza mayor de 10 kg	+2

Fuente: Ergonautas, 2015

Grupo A = 6+ 0 = 6 puntos

➤ **Puntuación de tipo de agarre (Puntuación B)**

Al desarrollar ciertas actividades, varía el agarre para ello se diferencia en distintas calidades y se describe en la tabla 60.

Tabla 60. Incremento de puntuación por calidad de agarre

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	→ 0
Regulas	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3

Fuente: Ergonautas, 2015

Grupo B = 2 + 0 = 2 puntos

PUNTUACIÓN C

Seguidamente de la puntuación del grupo A es de 6 puntos y del grupo B es de 2 puntos, lo que se consultó en la tabla C y se evidencia en la tabla 61.

Tabla 61. Puntuación C en función de las puntuaciones A y B

Puntuación A	Tabla B											
	1	→ 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
→ 6	6	6	6	7	8	8	8	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	10	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: Ergonautas, 2015

Interpretación: En la tabla 61 del Grupo C , se evidencia que la puntuación es 6 puntos.

PUNTUACIÓN FINAL

Se relaciona con el tiempo de duración de las actividades y los cambios de posturas. Se lo adiciono 2 puntos a “C” de acuerdo a la tabla 62.

Tabla 62. Puntuación del tipo de actividad muscular

Posición	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto	+1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo, repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	+1
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1

Fuente: Ergonautas, 2015

Tras el estudio de las posturas adoptadas según la tabla 62, se obtuvo una puntuación final de 8 con un nivel de acción de 3, que corresponde a un nivel de riesgo alto por lo que se recomienda una intervención necesaria, se evidencia en la tabla 63.

Tabla 63. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida

Puntuación final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
0	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 - 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 - 7	2	Medio	Es necesario la actuación
8 - 10	3	Alto	Es necesario la actuación cuanto antes
11 - 15	4	Muy alto	Es necesario la actuación de inmediato

Fuente: Ergonautas, 2015

Se cotejó los dos métodos mencionados para validar los resultados y se asume el nivel de riesgo más alto obtenido por el método REBA, con la finalidad de tomar las medidas preventivas ante el riesgo.

Seguidamente se procedió a realizar 2 tipos de encuestas a 40 estudiantes universitarios. El primer cuestionario: “Síntomas Subjetivos de Fatiga” elaborado por H. Yoshitake, que consta de 30 preguntas para determinar el tipo de fatiga que les genera a los estudiantes en los laboratorios de cómputo. Se tomó de guía para realizar la encuesta. El análisis se evidencia en el Anexo 2.

En la tabla 64, los estudiantes universitarios respondieron. ¿Qué síntomas padece al culminar sus clases diarias? El 57,50% de los estudiantes experimentan síntomas generales de fatiga, el 17,50% fatiga mental y el 25% experimentan fatiga física. Se refleja en la figura 20.

Tabla 64. Resultados de Síntomas Subjetivos de Fatiga

Nº	Tipo	Cantidad de estudiantes	Porcentaje
1	Síntomas generales de fatiga	23	57,50 %
2	Fatiga mental	7	17,50 %
3	Fatiga física	10	25,00 %
Total		40	100,00 %

Fuente: Elaboración propia

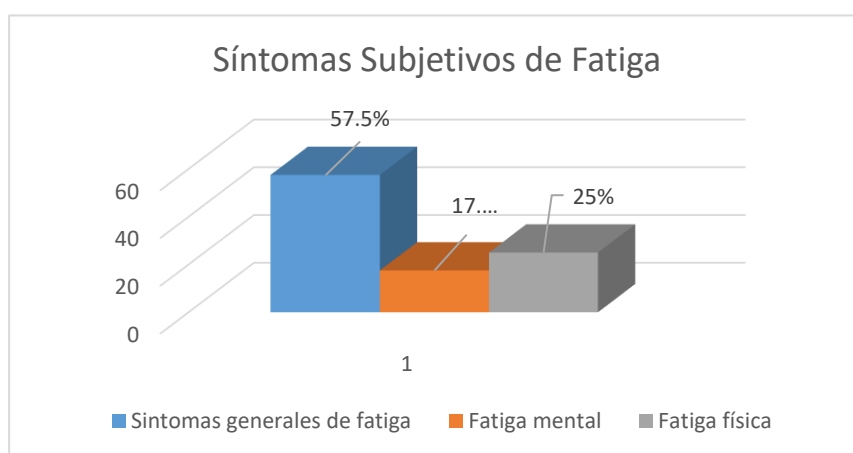


Figura 20. Resultados de Síntomas Subjetivos de Fatiga de Yoshitake

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de conocer cuáles son los factores que les causa fatiga a los estudiantes universitarios y la consecuencia que esta les genera, se aplicó una segunda encuesta mediante el Cuestionario CORNELL, que fue preconizada por el profesor Alan Hedge y estudiantes del posgrado de ergonomía de la Universidad de CORNELL. Se tomó de guía para realizar la encuesta. El análisis se muestra en el Anexo 3.

En la tabla 65, los estudiantes universitarios respondieron. ¿Cuál de las causas les ocasiona fatiga? El 52,50% es el mobiliario del laboratorio de cómputo, el 20% temperatura, el 15% otros, 10% es la iluminación y ruido el 2,5%. Tal como se muestra en la figura 21.

Tabla 65. Resultados Cornell - Causas de fatiga

Nº	Causas	Cantidad de estudiantes	Porcentaje
1	Mobiliario del laboratorio de cómputo	21	52,50 %
2	Iluminación	4	10,00 %
3	Ruido	1	2,50 %
4	Temperatura	8	20,00 %
5	Otros	6	15,00 %
TOTAL		40	100,00 %

Fuente: Elaboración propia

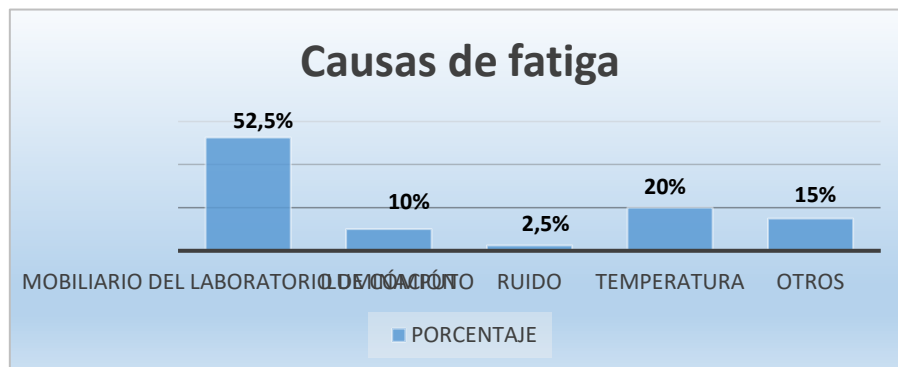


Figura 21. Causas de fatiga – Resultados del cuestionario Cornell

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 66, los estudiantes universitarios contestaron. ¿Experimentó molestias, dolor o discomfort durante sus clases diarias? El 48% contestó de 1 a 2 veces al día, el 25% respondió de 3 a 4 veces al día, el 13% contestó una vez al día, el 15% respondió nunca, también se evidencia en la figura 22.

Tabla 66. Resultados de Cornell – Frecuencia de Molestias

N°	Frecuencia	Cantidad de estudiantes	Porcentaje %
1	nunca	6	15,00 %
2	1- 2 veces al día	19	48,00 %
3	3-4 veces al día	10	25,00 %
4	una vez al día	5	13,00 %
5	varias veces al día	----	-----
TOTAL		40	100,00 %

Fuente: Elaboración propia

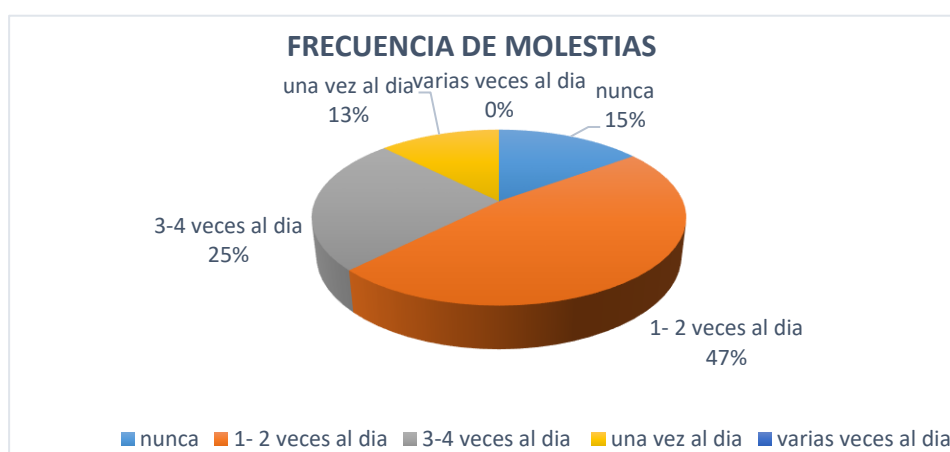


Figura 22. Frecuencia de molestias – Resultados cuestionario Cornell

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 67, los estudiantes universitarios contestaron. ¿En qué parte del cuerpo presenta molestia? El 18% presenta molestia en el cuello y el 15% en la parte baja de la espalda.

Tabla 67. Resultados de Cornell- Molestias en el cuerpo

Nº	Tipo	Cantidad de estudiantes	Porcentaje %
1	cuello	7	18,00 %
2	Hombro Der.	1	3,00 %
3	Hombro Izq.	1	3,00 %
4	P. Superior Espalda	2	5,00 %
5	Brazo. Der	1	3,00 %
6	Brazo. Izq.	1	3,00 %
7	Parte baja Espalda	6	15,00 %
8	Antebrazo Der.	2	5,00 %
9	Antebrazo Izq.	1	3,00 %
10	Muñeca Der.	2	5,00 %
11	Muñeca Izq.	2	5,00 %
12	Cadera – glúteos	3	8,00 %
13	Muslo. Der	2	5,00 %
14	Muslo. Izq.	1	3,00 %
15	Rodilla. Der.	1	3,00 %
16	Rodilla. Izq.	2	5,00 %
17	Pierna. Der	2	5,00 %
18	Pierna. Izq.	1	3,00 %
19	Pies. Der	1	3,00 %
20	Pies. Izq.	1	3,00 %
TOTAL		40	100,00 %

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 68, los estudiantes universitarios contestaron. ¿Qué tanta incomodidad le generó? El 65% contestó que ligeramente le incómodo y el 35% modernamente incómodo, tal como se evidencia en la figura 23.

Tabla 68. Resultados del cuestionario Cornell- Incomodidad generada

Nº	Incomodidad	Cantidad de estudiantes	Porcentaje %
1	Ligeramente incomodo	26	65,00 %
2	Moderadamente incomodo	14	35,00 %
3	Muy incomfortable	-----	-----
TOTAL		40	100,00 %

Fuente: Elaboración propia

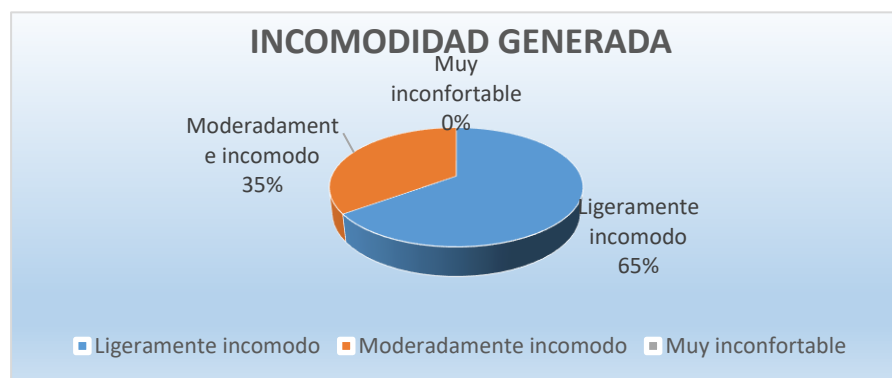


Figura 23. Incomodidad generada - Resultados del cuestionario Cornell

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 69, los estudiantes universitarios respondieron. ¿Interfirió en sus clases diarias? El 65% contestó que interfirió ligeramente, el 35% no interfirió en sus actividades, tal como se evidencia en la figura 24.

Tabla 69. Resultados de cuestionario Cornell – Interfirió en sus clases

Nº	Tipo	Cantidad de estudiantes	Porcentaje %
1	En lo absoluto	14	35,00 %
2	Interfirió ligeramente	26	65,00 %
3	Interfirió de modo sustancial	-----	-----
TOTAL		40	100,00 %

Fuente: Elaboración propia

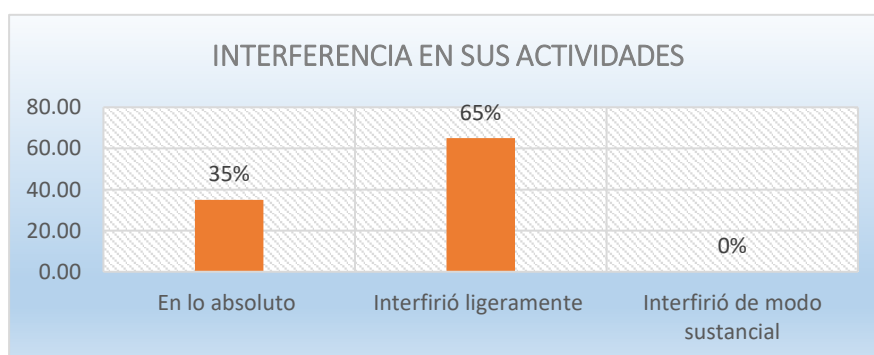


Figura 24. Interfirió en sus actividades - Resultados del cuestionario Cornell

Fuente: Elaboración propia

3.1.1.1.3 Causa: Diseño inadecuado de sillas y mesas

En la figura 25, se muestra el diseño inadecuado de sillas y mesas, lo cual es usado por los estudiantes universitarios en los laboratorios de cómputo generando a corto plazo trastorno músculo – esquelético.



Figura 25. Diseño inadecuado de sillas y mesas

Fuente: Laboratorio de cómputo

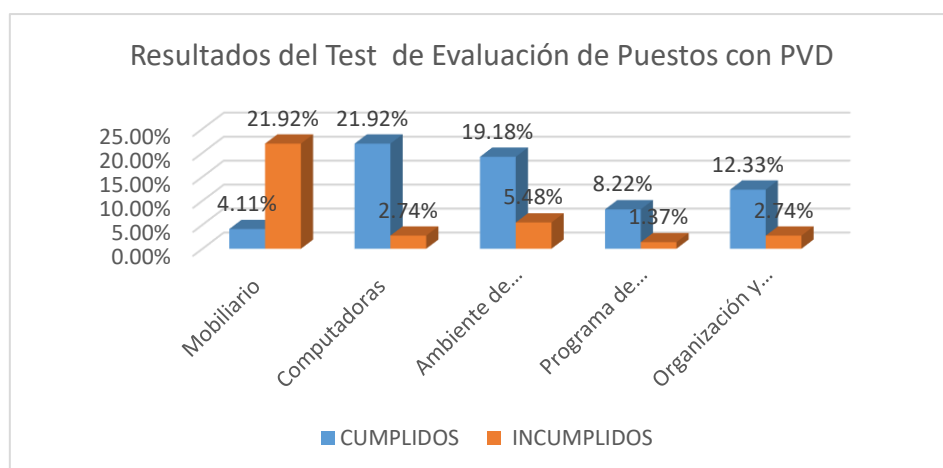
Se aplicó un cuestionario enfocado a la Evaluación de puestos con pantallas de visualización de datos, elaborado por el “Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo” identifica los puntos más críticos que se pueden encontrar en los laboratorios de cómputo con el fin de comprobar el grado de cumplimiento del R.D 488/1997 sobre PVD. El análisis se evidencia en el Anexo 4.

En la tabla 70, refleja que el mobiliario presenta más deficiencia con un resultado de 21,92%. También se puede evidenciar en la figura 26.

Tabla 70. Resultados de Test de Evaluación de puestos con PVD

Descripción	ÍTEM		PORCENTAJE	
	Cumple	Incumplidos	Cumple	Incumplidos
Mobiliario	3	16	4,11 %	21,92 %
Computadoras	16	2	2,92 %	2,74 %
Ambiente de estudio	14	4	19,18 %	5,48 %
Programa de ordenador	6	1	8,22 %	1,37 %
Organización y gestión	9	2	12,33 %	2,74 %
SUB TOTAL	48	25	65,75 %	34,25 %
TOTAL	73		100%	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 26. Resultados de lista de comprobación**

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Deficiente iluminación

Para medir el nivel de iluminación en los laboratorios de cómputo se empleó un luxómetro Digital, la marca es Extech LT300 (ver anexo 5), para ello se debe considerar los siguientes pasos:

- Se ubicó el luxómetro en tres puntos diferentes sobre la mesa del laboratorio de cómputo por un intervalo de 2 minutos y se tomará la mayor cantidad de lectura que registra el equipo en cada una de las ubicaciones.

- Se realizaron 30 mediciones en los laboratorios de cómputo, el día 16 y 17 de enero del 2020, durante horas de estudio (06:45 pm – 08:30 pm). El tipo de iluminación empleada en los laboratorios de cómputo es natural y se refleja los siguientes resultados (ver anexo 6).

Tabla 71. Mediciones de iluminación

Mediciones con luxómetro	Laboratorios de Cómputo					Promedio
	Laboratorio 415	Laboratorio 416	Laboratorio 417	Laboratorio 418	Laboratorio 419	
MEDIA	265,21	294,51	282,61	304,23	306,68	290,64
5% MEDIA	12,96	14,72	14,13	15,21	15,33	14,47
DESV. ESTÁNDAR	10,65	12,51	12,88	12,71	11,23	11,99

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 71, se evidencia que la desviación estándar es menor al 5% de los datos de la media es por ello que se puede trabajar con el valor de 290,64 lux, como medida de iluminación encontrada en los laboratorios de cómputo. El nivel de iluminación está por debajo del parámetro establecido 500 lux, según Norma Técnica EM.010- Instalaciones Eléctricas Interiores del Código Nacional de Electricidad.

3.1.3 Estrés térmico

Para medir el ambiente térmico en los laboratorios de cómputo se empleó un Termo anemómetro Scarlet Tech TWL-1 (ver anexo 7). Para ello se utilizó un software de Omitirme V. 1.0, es una herramienta que calcula el Índice de Valoración Medio (IDM) y Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPI) lo cual está basado en el método Fanger. Este método es recogido por la Norma ISO 7730. Por fácil disponibilidad se tomó de referencia el laboratorio 417, para efectuar la medición el día 24-01-2020 en el horario 12:35 pm sus registros fueron:

- Temp. Seca del aire (t_a): 25°C
- Metabolismo (M): 100 w/m²
- Temp. Globo (tg): 26°C
- Velocidad de aire (v_a): 0,1m/s
- Aislamiento de ropa: ropa de verano (0,5)
- Humedad relativa: 45%

Se procedió a ingresar los datos en el software de Ofiterm v.1.0, y se refleja en la figura 27.

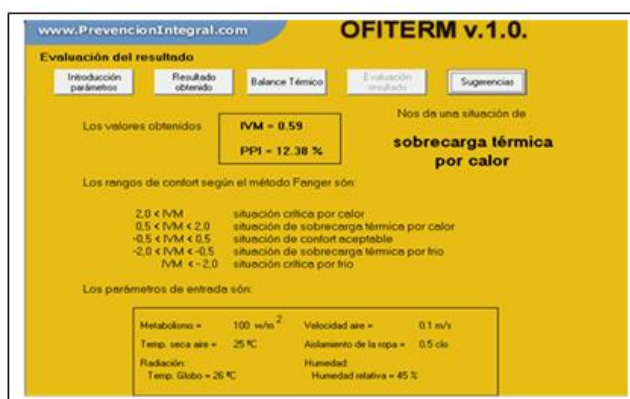


Figura 27. Introducción de parámetros de Ofiterm v.1.0

Fuente: Laboratorio de cómputo

Seguidamente, el resultado obtenido se muestra en la figura 28.

www.PreencionIntegral.com **OFITERM v.1.0.**

Situación a evaluar

Metabolismo (M) 100 w/m² ?

Temp. seca aire (t_a) 25 °C ?

Radiación

☒ Temp. globo (tg) 26 °C ?

☐ Temp. Radiante Medio (TRM) °C ?

Velocidad aire (V_a) 0.1 m/s ?

Aislamiento de la ropa Ropa verano (0.5) clo ?

Humedad

☒ Humedad Relativa 45 % ?

☐ Presión parcial del vapor de agua (pa) KPa ?

Figura 28. Resultado Obtenido de Ofiterm v.1.0

Fuente: Laboratorio de cómputo

Interpretación:

En la figura 28, se muestra que el Índice Valoración Medio es 0,59 y se considera inadecuada, ubicándose fuera de los rangos permitidos entre - 0,5 y 0,5. Así mismo el Porcentaje de Personas Insatisfechas es 12,38%, se considera el porcentaje de estudiantes universitarios insatisfechos por la condición térmica, superando el 10% del rango permitido.

Se refleja en la figura 29 la evaluación del resultado.

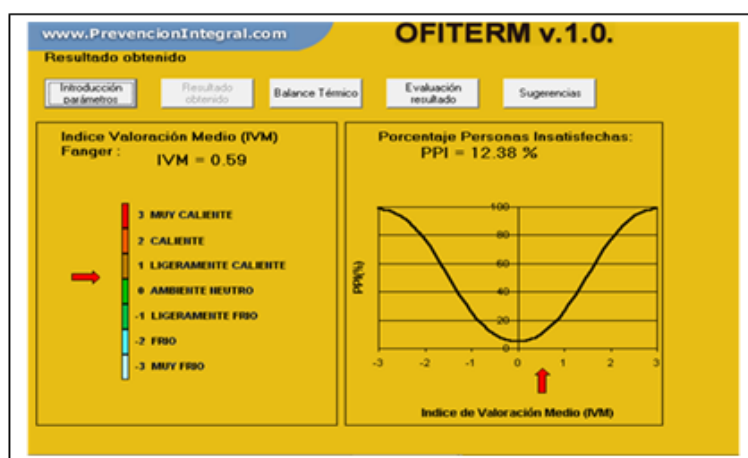


Figura 29. Evaluación del resultado de Ofiterm v.1.0

Fuente: laboratorio de cómputo

Interpretación:

En la figura 29, se muestra que hay una sobrecarga térmica por calor. Son las consecuencias que sufre los estudiantes universitarios cuando se adaptan a condiciones de estrés térmico.

Consolidado de los factores de riesgos disergonómicos:

Se muestra en la tabla 72 los peligros, riesgos y causas en los laboratorios de cómputo para valorar la puntuación se tomó de guía base la Matriz IPERC, tal como se evidenció en la tabla 23.

Tabla 72. Consolidado de los factores de riesgos disergonómicos

Factores de riesgos disergonómicos		Causas	Nivel	Puntuación
Peligro	Riesgo			
Postura incómoda	Trastorno musculoesquelético	Diseño inadecuado de sillas y mesas.	Intolerable	33
Espacio reducido	Trastorno musculoesquelético	Aforo.	Importante	20
Deficiente iluminación	Fatiga visual	Incumplimiento del parámetro establecido según Norma EM.010	Importante	22
Estrés térmico	Sobrecarga térmica	Incumplimiento del rango permitido según Norma ISO 7730.	Importante	20
Posición sentada	Trastorno músculo-esquelético	Duración de clases.	Intolerable	33

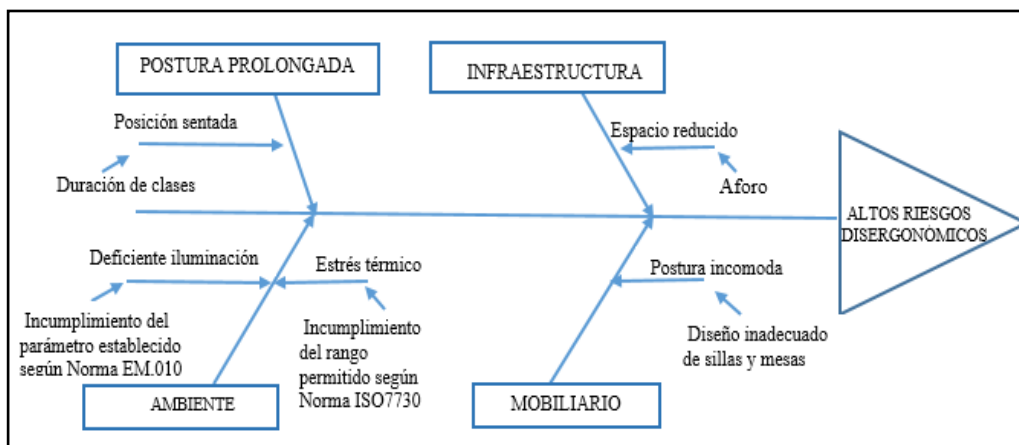
Fuente: Elaboración propia

3.1.4 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA EN LOS LABORATORIOS DE CÓMPUTO Y SUS PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

➤ Problema en los laboratorios de cómputo

Altos riesgos disergonómicos

A, continuación se muestra en la figura 30 el diagrama de Ishikawa.

**Figura 30. Diagrama de Ishikawa**

Propuestas de solución

Se detalla en la tabla 73, las propuestas de solución para reducir los de riesgos disergonómicos en los laboratorios de cómputo.

Tabla 73. Propuestas de solución para reducir los riesgos disergonómicos

Factores de Riesgo Disergonómicos		Antes de la mejora		PROPUESTA DE MEJORA	Después de la Mejora		Reducción del Riesgo %
Peligro	Riesgo	Nivel de riesgo	Puntuación		Nivel de riesgo	Puntuación	
Postura incomoda	Trastorno musculoesquelético	Intolerable	33	Mobiliario ergonómico.	Moderado	9	22,50 %
Espacio reducido	Trastorno músculo-esquelético	Importante	20	Mejora de la distribución del laboratorio de cómputo.	Tolerable	8	20,00 %
Deficiente iluminación	Fatiga visual	Importante	20	Cambio de luminarias.	Tolerable	7	17,50 %
Estrés térmico	Sobrecarga térmica	Importante	20	Cambio del sistema del aire acondicionado.	Tolerable	7	17,50 %
Posición sentada	Trastorno musculoesquelético	Intolerable	33	Programa de pausas activas con un intervalo de 10 minutos y capacitaciones (charla de 5 minutos).	Moderado	9	22,50 %

Fuente: Elaboración propia

3.2 DESARROLLO DE LA PROPUESTA EN LOS LABORATORIOS DE CÓMPUTO

En esta sección se evaluarán y describirán los métodos y equipos para la propuesta de mejora en los laboratorios de cómputo, con la finalidad que los estudiantes universitarios desarrollen sus clases en ambientes favorables.

3.2.1. Desarrollo de mejoras.

3.2.1.1. Mejora 1. CAMBIO DE LUMINARIAS

Se refleja en la tabla 74, el cuadro comparativo de luminarias con la finalidad de elegir la más apropiada para los laboratorios de cómputo.

Tabla 74. Comparativo de Luminarias

DESCRIPCIÓN	MARCA	
	OSRAM	DICOLUX
Potencia nominal	8 W	9 W
Equivalencia (incandescentes)	18 W	20 W
Tensión nominal	220 V	100 - 277 V~
Flujo luminoso	800 lm	900 lm
Temperatura de color	4,000 K	4,000 K
Índice de Reproducción de color (IRC)	Ø 80	>80
Vida útil	15,000 h	30,000 h
Dimerizable	No	No
Garantía	2 años	5 años
Medidas	600 x 600 x 70	600 x 600 x70

Fuente: Elaboración propia

De las dos luminarias que se muestran en la tabla 74, para colocar en los laboratorios de cómputo se optó por los siguientes motivos:

- Potencia nominal
- Flujo luminoso
- Vida útil
- Garantía del equipo

Por lo cual se procedió a utilizar la luminaria Dicolux de 9W (ver anexo 8), se calculará mediante el Método de Lúmenes con el fin de conocer, el número de luminarias que se necesita en los laboratorios de cómputo para ello se realiza los siguientes pasos:

3.3.1.1.1 Calcular el flujo luminoso

A. Dimensiones de local

$a = \text{ancho} = 8$, $b = \text{largo} = 10$, $H = \text{alto} = 3,5$

➤ Fija la altura del plano de trabajo (h)

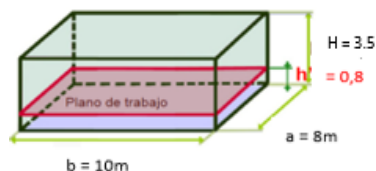


Figura 31. Altura plano del trabajo

Fuente: Método de Cálculo de Lúmenes

➤ Determinar el nivel de luminancia media (Em)

El valor de luminancia se encuentra tabulado en la Norma Técnica EM.010-Instalaciones Eléctricas y se evidenció en la tabla 10, que el valor de luminancia adecuado para los laboratorios de cómputo es de 500 lux

➤ Identificar el tipo de lámpara que se va a utilizar:

- Luminaria Dicolux
- Potencia por lámpara : 9W
- Flujo luminoso por lámpara : 900 lm
- Longitud : 600 mm

➤ Determinar la altura de suspensión a la que vas a colocar las luminarias

Se colocará las luminarias lo más alto posible y se observa en la figura 32.

	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles

Figura 32. Altura de las luminarias en locales de altura normal

Fuente: Método de cálculo de lúmenes

A, continuación se muestra un esquema con las distintas alturas a las que tiene los elementos en los laboratorios de cómputo. Donde:

- d' = altura entre el plano de luminarias y el techo
- h = altura entre el plano de trabajo y el plano de trabajo de luminarias
- h' = altura del plano de trabajo al suelo
- H = altura del laboratorio

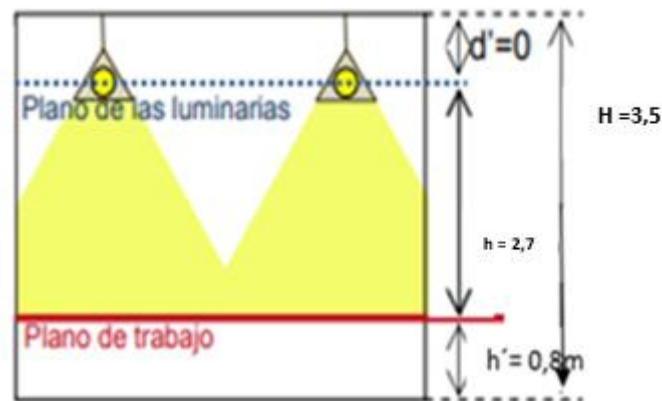


Figura 33. Esquema de alturas del local

Fuente: Método de cálculo de lúmenes

➤ **Calcular el coeficiente de utilización (C_u)**

a. Cálculo del índice del local

Para ello se necesita los siguientes datos:

- a = ancho
- b = largo
- h = altura

Para hallar el cálculo del índice del local se de utilizar la siguiente tabla 75.

Tabla 75. Cálculo del índice del local

Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + h') \cdot (a + b)}$

Fuente: Método de cálculo de lúmenes

$$k = \frac{8 \times 10}{3,5 \times (8+10)} = 1,26 \text{ m}$$

b. Cálculo del coeficiente de reflexión

Si falta algún coeficiente en su defecto se toma: 0,5 para el techo 0,3 para las paredes y 0,1 para el suelo. Por lo tanto, se estableció que el índice del laboratorio es: 1,26 m y se halla en la tabla 76.

Tabla 76. Cálculo del coeficiente de utilización

Tabla de corrección						
Techo		0.70	0.70	0.70	0.50	0
Pared		0.70	0.50	0.20	0.20	0
Suelo		0.50	0.20	0.20	0.10	0
k	0.6	77	58	49	48	45
k	1.0	100	77	69	67	63
k	1.5	116	91	84	80	77
k	2.5	129	100	95	90	86
k	3.0	133	103	99	93	89

Fuente: Método de cálculo de lúmenes

Posteriormente la lectura directa no es posible, por lo tanto, se ha de interpolar:
 $(100+116+77+91) / 4 = 96$. Por último, el $C_u = 0,96$

➤ Determinar el Coeficiente de mantenimiento (C_m)

Dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local y se muestra en la tabla 77.

Tabla 77. Cálculo del coeficiente del mantenimiento

Ambiente	Coeficiente de mantenimiento (C_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Fuente: Método de cálculo de lúmenes

En el laboratorio de cómputo se supone un ambiente limpio por lo que toma:
 $C_m = 0.8$

➤ **Cálculo del flujo luminoso**

Para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m}$$

Fuente: Método de cálculo de lúmenes

Se obtiene:

$$\varphi_T = \frac{500 \times 8 \times 10}{0,96 \times 0,8} = 52\,083,33 \text{ lm}$$

3.3.1.1.2 Determinar el número de luminarias para alcanzar el nivel de iluminación adecuado

Para ello se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

Fuente: Método de cálculo de lúmenes

Se sustituye los valores obtenidos:

$$NL = \frac{52\,083,33}{4 \times 900} = 14,46 \text{ luminarias}$$

El número de luminarias instaladas puede ser 14 o 15 luminarias para lo cual se evaluará si el valor de luminancia promedio es aceptable.

Para ello se debe comprobar el nivel de luminancia media mediante la siguiente ecuación:

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \Phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} \geq E_{tablas}$$

Fuente: Método de cálculo de lúmenes

- Se sustituye el valor para 14 luminaria

$$E_m = \frac{14 \times 4 \times 900 \times 0,96 \times 0,8}{8 \times 10} = 483,84 \text{ lm/m}^2$$

El valor de luminancia es aceptable, pero está un poco alejado del valor medio ideal que son 500 lux/m². Así, mismo se utilizará el mismo cálculo para evaluar la opción con 15 luminarias.

- Se sustituye el valor para 15 luminarias:

$$E_m = \frac{15 \times 4 \times 900 \times 0,96 \times 0,8}{8 \times 10} = 518,4 \text{ lm/m}^2$$

El valor de luminancia es mejor que el obtenido de 15 luminarias, ya que su valor está por encima del valor medio ideal que son 500 lux/m².

3.3.1.1.3 Distribución de luminarias

Para una iluminación uniforme de luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del laboratorio de cómputo según las fórmulas:

Fórmula del ancho: Número de filas de luminarias a lo ancho del local.

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{total}}}{b} \cdot a}$$

Fuente: Método de Lúmenes

Se Sustituye el valor:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{15}{10} \times 8} = 3 \text{ filas de luminarias que deberá tener a lo ancho el laboratorio.}$$

Fórmula de largo: Número de columnas de luminarias a lo ancho del local

$$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \cdot \left(\frac{b}{a}\right)$$

Fuente: Método de Lúmenes

Se Sustituye el valor:

$$N_{\text{largo}} = 3,44 \times \left(\frac{10}{8} \right) = 5 \text{ columnas de luminarias que deberá tener a lo largo el laboratorio.}$$

Se debe tomar en cuenta que las luminarias próximas a la pared, necesitan estar más cerca para iluminarla. Tal como se muestra en la figura 34.

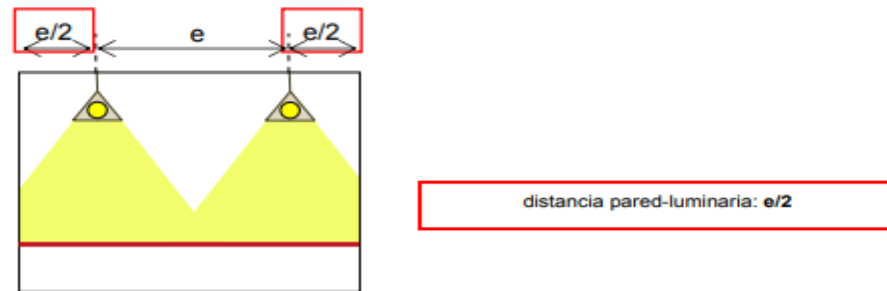


Figura 34. Separación de luminarias a las paredes

Fuente: Método de lúmenes

Por lo tanto, el esquema de colocación de luminarias en los laboratorios de cómputo es el siguiente:

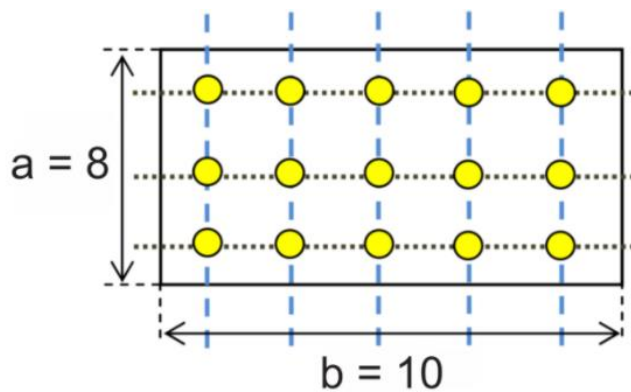


Figura 35. Distribución de luminarias

Fuente: Método de lúmenes

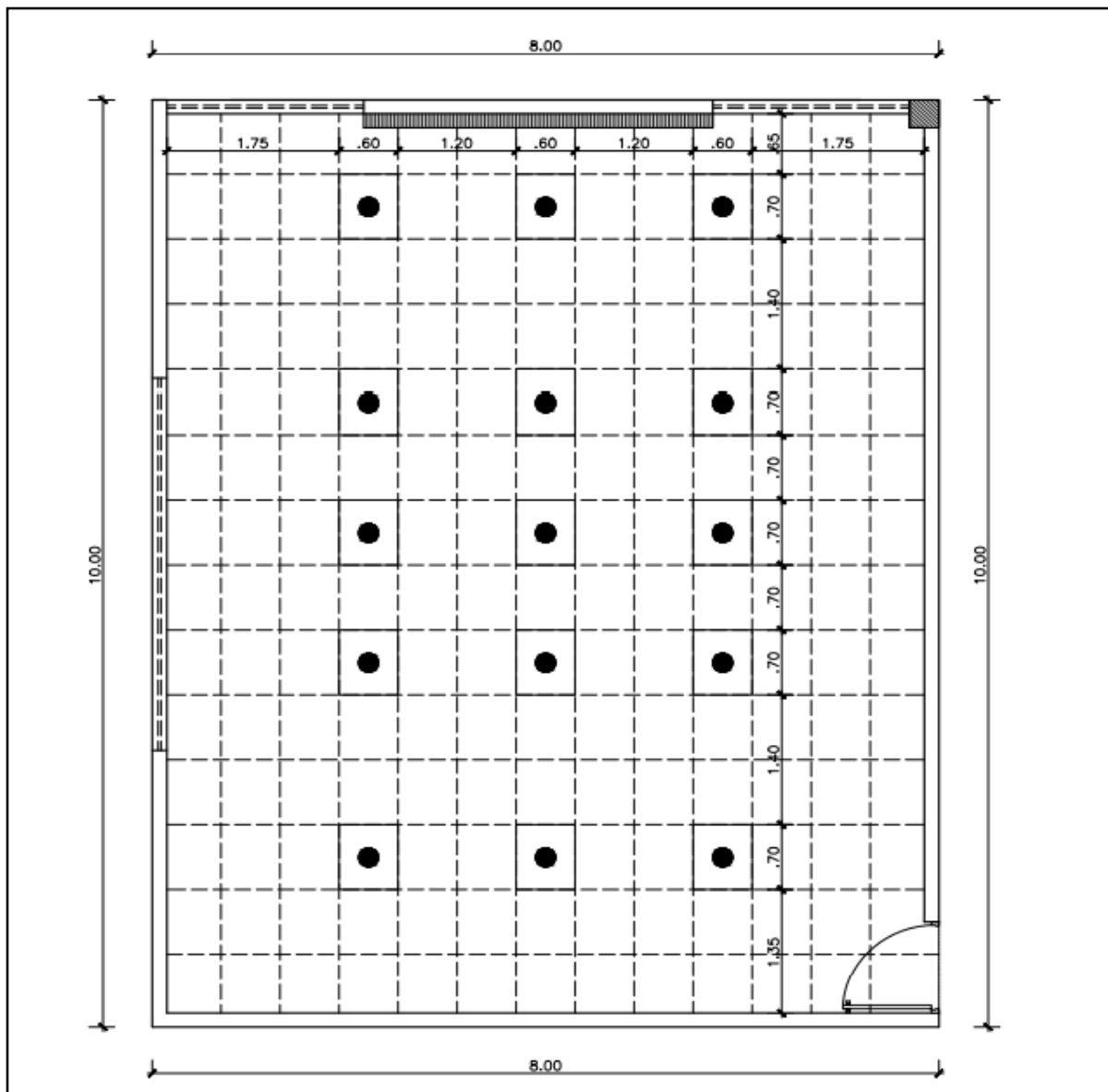


Figura 36. Plano de la distribución de las luminarias

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.2 Mejora 2. CAMBIO DEL SISTEMA DEL AIRE ACONDICIONADO

En la tabla 78, se detalla los diferentes sistemas de aire acondicionado para seleccionar el equipo más adecuado en los laboratorios de cómputo.

Tabla 78. Comparativo del sistema del aire acondicionado

DESCRIPCIÓN			MARCA	
			CARRIER	YORK
Modelo			36K	36K
Fuente de alimentación	V-ph-Hz		220~240-1-50	220~230-3-60
Capacidad de enfriamiento	Btu/hr		3 6000	3 6000
Potencia de entrada	W		3 900	3 879
Flujo del aire interior (Alta/ Media/Baja)	m3/h		1800/1400/1050	1830/1600/1410
Tipo de refrigerante			R410a	R410a
Presión estática externa (Alta)	Pa		80	85
Nivel de ruido interior ((Alta/Media/Baja))	dB(A)		78/74/69	41/37/33
Tipo de acelerador			-	-
Unidad interior	Dimensiones (AnxProfxAI)	mm	1100 x 774 x 249	1285 x 675 x 235
	Peso Neto / Bruto	kg	32,2/39,5	31,2
Unidad exterior	Dimensiones (AnxProfxAI)	mm	946 x 410 x 810	600 x 600 x 633
	Peso Neto / Bruto	kg	74,5/79,5	33/60
Presión			MPa	5,1/1,9
Drenaje diámetro de la tubería de agua			mm	ODØ25
Tubería del refrigerante	Líquido / Gas	mm	Ø9,52/Ø19	Ø9,52/Ø22
Temperatura de la operación	Refrigeración	°C	17~32	18~32
	Calefacción	°C	0~30	0~30
Garantía			1 año	2 años

Fuente: Elaboración propia

De los sistemas del aire acondicionado que se observa en la tabla 78, se optó por el más adecuado para los laboratorios de cómputo por los siguientes motivos:

- Costo del sistema del aire acondicionado.
- Garantía.
- Nivel de ruido del funcionamiento del sistema del aire acondicionado, lo cual origina una fuente de contaminación acústica.

Para calcular la potencia del aire acondicionado en BTU/h, se tomará de referencia la tabla de medidas de la empresa Ventdepot (ver anexo 10), con la finalidad de mantener temperado los laboratorios de cómputo. Se considera los siguientes factores:

- El área del laboratorio de cómputo
- La cantidad de personas o aforo del lugar.
- Área de las ventanas.
- La cantidad de watt generado por los equipos eléctricos.
- Exposición del recinto

Datos del ambiente a calcular:

El área del laboratorio de cómputo es de 80 m², para ello se deberá interpolar usando los datos de la tabla 79.

Tabla 79. Capacidad de enfriamiento referente del laboratorio de cómputo

Área		Enfriamiento
ft ²	M ²	BTU/Hr
500	47	10 900
600	56	12 800
800	75	14 900
900	84	17 000
1 000	93	18 000

Fuente: Procedimiento de cálculo de capacidad de enfriamiento VentDepot, 2014

$$\frac{93 - 80}{93 - 84} = \frac{18\,000 - X}{18\,000 - 17\,000}$$

$$X = 16,556 \text{ BTU/Hr}$$

Para área del laboratorio de cómputo de 80m², se necesitará una capacidad de 16,445 BTU/Hr.

El aforo del laboratorio de cómputo es de 30 estudiantes y 1 docente, siendo un total de 31 personas para ello se va a calcular mediante la tabla 80.

Tabla 80. Capacidad de enfriamiento referente del aforo

Personas	BTU/Hr
4	2 400
5	3 000
10	6 000
15	9 000
20	12 000
30	18 000
40	24 000
50	30 000

Fuente: Procedimiento de cálculo de capacidad de enfriamiento VentDepot, 2014

$$\frac{40 - 31}{40 - 30} = \frac{24\,000 - X}{24\,000 - 18\,000}$$

$$X = 18,600 \text{ BTU/ Hr}$$

Para el aforo del laboratorio de cómputo se necesitará una capacidad de: 18,600 BTU/Hr.

Área de ventanas del laboratorio de cómputo es de 24, m² · conformando por 2 ventanas pequeñas y una ventana grande y se va a evaluar mediante la tabla 81.

Tabla 81. Capacidad de enfriamiento referente al área de ventanas

Área	BTU/Hr
20	14 285
25	17 857
30	21 428
35	25 000
40	28 571

Fuente: Procedimiento de cálculo de capacidad de enfriamiento VentDepot, 2014

$$\frac{25 - 24}{25 - 20} = \frac{17\,857 - X}{17\,857 - 14\,285}$$

$$X = 17\,142,60 \text{ BTU/ Hr}$$

Para el área de ventanas de 24 m^2 , se necesitará una capacidad de 17 142,60 BTU/Hr.

➤ Equipos electrónicos de los laboratorios de cómputo, se considera:

$$31 \text{ computadoras de } 250 \text{ W c/u} = 7,750 \text{ W}$$

$$15 \text{ luminarias de } 9 \text{ W} = 153 \text{ W}$$

$$1 \text{ proyector multimedia} = 350 \text{ W}$$

$$\text{Total} = 8,253 \text{ W}$$

Se deberá calcular para los equipos electrónicos un total de 8,253, mediante la tabla 82.

Tabla 82. Capacidad de enfriamiento referente a los equipos electrónicos

Watts	BTU's/Hr
1 000	3 414
2 000	6 828
3 000	10 242
4 000	13 656
5 000	17 070
7 500	25 605
10 000	34 140

Fuente: Procedimiento de cálculo de capacidad de enfriamiento VentDepot, 2014

$$\frac{10\,000 - 8,253}{10\,000 - 7,500} = \frac{34\,140 - X}{34\,140 - 25\,605}$$

$$X = 28\,175,7 \text{ BTU/Hr}$$

Para los equipos electrónicos se necesita una capacidad 28 157,7 BTU/Hr.

Si la exposición del recinto se encuentra expuesto al sol se le aumenta 10% del total, caso contrario se le restará 10%, para este punto se considerará los laboratorios de cómputo como expuesto a la sombra por lo que se deberá restar el 10% del total. Se va a calcular de la siguiente manera:

Tabla 83. Valores del BTU/Hr de las áreas del laboratorio de cómputo

Áreas del laboratorio de cómputo	Cantidad de BTU/Hr
Área del recinto	16 555,60
Área del aforo	18 600
Área de ventanas	17 146,60
Área de equipos	28 175,70
Exposición a la sombra (-10%)	-8 047,73
Total BTU/Hr	72 429,57

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 83, el total BTU/Hr para los laboratorios de cómputo según el método del cálculo obtenido es de 72 429,57 BTU/Hr, la marca seleccionada es: York, tipo Split con una capacidad de enfriamiento de 36,000 BTU/Hr (ver anexo 11). Se consideró instalar 2 sistemas de aire acondicionado para enfriar la temperatura en los laboratorios de cómputo y consta de dos partes: un evaporador y un condensador.



Figura 37. Modelo de aire acondicionado tipo Split York de 36 000 BTU/Hr

Fuente: Catálogo York aire acondicionado, 2015

3.3.1.3 Mejora 3. MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL LABORATORIO DE CÓMPUTO

Se muestra la distribución actual del laboratorio de cómputo que no es la óptima (ver anexo 12), ya que los estudiantes no tienen contacto visual con la pizarra, los espacios son reducidos para los mobiliarios provocando posturas incómodas.

En la Norma Básica de Ergonomía del Perú, determina que el ambiente de estudio debe tener las dimensiones adecuadas que permitan el posicionamiento y el libre movimiento de los segmentos corporales. Así, mismo evitar las restricciones de espacio, para evitar el riesgo de lesión. Para analizar las necesidades básicas del espacio requerido y ubicar los mobiliarios procederemos a utilizar el Método Guerchet, que da una buena aproximación del área requerida.

CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DE LA DISTRIBUCIÓN:

Método Guerchet para el cálculo de las superficies

Para el cálculo de las superficies es necesario identificar el número total del mobiliario llamados “elemento estático”, y también el número total de estudiantes, llamados “elementos móviles” mediante la siguiente fórmula:

$$S_T = n (S_s + S_G + S_E)$$

Donde:

S_T = Superficie. total.

S_s = Superficie. estática.

S_G = Superficie. de. gravitación.

S_E = Superficie. de. evolución

n = Número. de. elementos. móviles. o. estáticos de un tipo

Superficie Estática: (S_s)

Determina el área que ocupa los mobiliarios en los laboratorios de cómputo, para ello se valora de acuerdo a la fórmula:

$$S_s = (\text{Largo})(\text{Ancho}).$$

Superficie de Gravitación: (S_g)

Esta superficie se obtiene, para cada elemento multiplicando la superficie estática (S_s) por el número de lados (N), a partir de los cuales los mobiliarios deben ser utilizados.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S_g = S_s \cdot N$$

Siendo:

N= número de lados

Ss = Superficie estática

Superficie de Evolución: (Se)

Es la que se reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos de los estudiantes, docente, mobiliario. Para el cálculo se utiliza un factor “K”, denominado coeficiente de evolución, que presenta una medida ponderada de la relación entre sus alturas de los elementos móviles y estáticos. Se calcula mediante la fórmula dada:

$$S_e (S_s + S_g) \cdot k$$

Coeficiente de Evolución: (k)

Se valora de la siguiente manera:

$$k = \frac{h_{EM}}{2 \cdot h_{EE}} = \frac{\frac{\sum (A \cdot n \cdot h)}{\sum (A \cdot n)}}{2 \cdot \frac{\sum (S_s \cdot n \cdot h)}{\sum (S_s \cdot n)}}$$

Los datos de los elementos estáticos y elementos móviles se ingresaron en la tabla 84, del Método Guerchet para calcular el factor K.

Tabla 84. del Método Guerchet

Datos para calcular K

Elementos estáticos	n	N	L (m)	a (m)	h (m)	Ss (LxA) m2	Sg (Ss xN) m2	Se m2 {(Ss+Sg)*K}	ST m2 {n*(Ss+Sg+Se)}
Escritorio	37	1	1.00	0.5	0.7	0.500	0.500	0.248	46.18
Silla	37	1	0.60	0.4	1	0.240	0.240	0.119	22.17
Escritorio -docente	1	1	1.00	0.5	0.7	0.500	0.500	0.248	1.25
Silla - docente	1	1	0.60	0.4	1	0.240	0.240	0.119	0.60
						0.000	0.000	0.000	0.00
									0.00
Elementos móviles	n	N	L (m)	a (m)	h (m)	Ss * m2			
Docente	1				1.65	0.50			
Estudiantes	37				1.65	0.5			

Fuente: Elaboración propia

A.n.h m3	A.n m2
12.950	18.500
8.880	8.880
0.350	0.500
0.240	0.240
0.000	0.000
22.420	28.120
Ss.n.h m3	Ss.n m2
0.83	0.50
30.53	18.50
30.53	19.00

$$K = \frac{0,84}{3,21} = 0,25$$

En la Figura 38, se muestra la mejora de la distribución del laboratorio de cómputo y se observa que los estudiantes cuentan con un espacio amplio para desplazarse con mayor facilidad y tienen contacto visual con el docente.



Figura 38. Vista lateral derecha de la mejora de la distribución del laboratorio de cómputo

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.4 Mejora 4. MOBILIARIO ERGONÓMICO EN LOS LABORATORIOS DE CÓMPUTO

El mobiliario del laboratorio de cómputo, incumple ciertos criterios ergonómicos es por ello que se optó en mejorar el diseño para que los estudiantes universitarios puedan tener una mejor postura.

En la Norma Básica de Ergonomía del Perú, explica que las sillas debes ser regulables en altura para que la puedan usar la mayoría de los estudiantes universitarios. Lo adecuado es que los estudiantes se puedan sentar con los pies planos sobre el suelo, en lo que se refiere al cuerpo formando un ángulo entre 90° y 110° y la mesa debe estar a la altura del codo del estudiante. Es muy importante que las sillas cuenten con 5 ruedas para brindar una buena estabilidad a los estudiantes universitarios. Las dimensiones apropiadas para el mobiliario, se muestran en el anexo 13.

A, continuación en la figura 39 se evidencia el mobiliario ergonómico que se usará en los laboratorios de cómputo.



Figura 39. Vista isométrica del mobiliario ergonómico para los laboratorios de cómputo

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.5 Mejora 5. PROGRAMAS DE PAUSAS ACTIVAS POR UN INTERVALO DE 10 MINUTOS

La Norma básica de Ergonomía del Perú, indica que cuando los estudiantes universitarios desarrollen sus clases diarias utilizando las computadoras no pueden exceder las 5 horas y para ello deben tener una pausa por un intervalo de 10 minutos por cada 50 minutos de cada actividad que realicen para evitar molestas e incomodidad y no perjudique su salud. El tiempo aproximando que los estudiantes se encuentran desarrollando sus actividades es de 6 horas en los laboratorios de cómputo y para ello se propone un descanso de 10 minutos, tal como se refleja en la tabla 85.

Tabla 85. Horas estudio con 10 min. de descanso

HORAS DE ESTUDIO								
08:30am	09:20am	10:30am	11:20am	12:30pm	Almuerzo	03:30pm	04:20pm	05:30pm
	10 min.		10 min.				10 min.	

Fuente: Elaboración propia

Para ello el docente debe proyectar un video de ejercicios de estiramiento y debe incorporarse diariamente en las clases y duraran alrededor de 10 minutos. Realizarán lo siguiente:

- Los estudiantes deben hacer movimientos de todos los miembros superiores e inferiores del cuerpo eso les ayuda a contraer y relajar los distintos grupos musculares.
- Es importante que los alumnos realicen ejercicios de respiración y lo primero es tomar aire por la nariz, inclinar la cabeza hacía atrás, inhalar y luego votar el aire por la boca, por último, se lleva la cabeza hacia adelante. Se debe aplicar por 3 veces.
- Un factor importe es hacer ejercicios de relajación visual. Consiste en abrir y cerrar los ojos con fuerza para que los ojos se estimulen, además movimientos oculares extremos los cuales son: derecha, izquierda, arriba y abajo.
- Realizar auto masajes en las orejas, en el cuero cabelludo, frente, cara, nuca y los hombros, sintiendo la textura de la piel y el efecto calmante sobre todo el organismo.

- Sin duda es de vital importancia realizar ejercicios para relajar el tronco por las posturas forzadas que adoptan los estudiantes en los laboratorios de cómputo. Primero se debe separar las piernas a la altura de los hombros, semi dobladas las rodillas, los brazos abiertos a la altura de sus hombros, rotar la columna al lado derecho por 10 segundos, al centro y al lado izquierdo por 10 segundos. Se debe realizar por 2 veces.

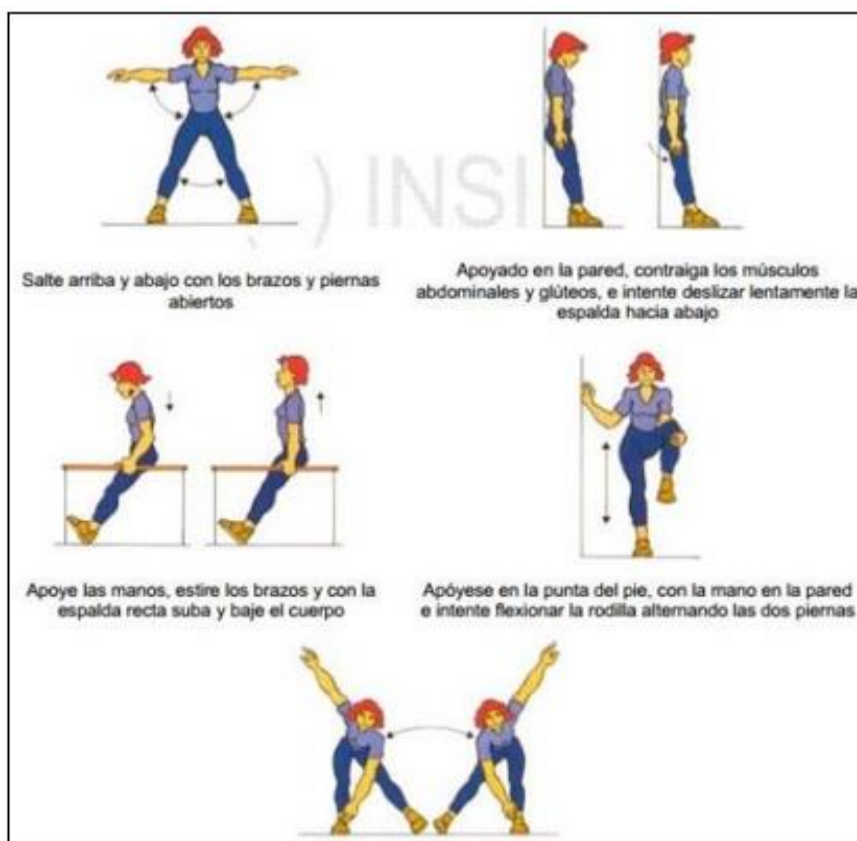


Figura 40. Ejercicios de estiramiento

Fuente: INSHT, 2013

3.3.1.5.1 CAPACITACIÓN

La capacitación es de suma importancia para los diferentes sectores es por ello que el Reglamento de la Ley N°29783, estipula que las capacitaciones se deben dar 4 veces al año con la finalidad de informar a sus colaboradores sobre los riesgos a los que están expuestos en su entorno laboral, las medidas de protección y prevención que deben tomar.

La Universidad no es ajena ante ello es por eso que deberá contratar a un Ing. de Higiene y Seguridad Industrial para capacitar a los docentes referente a los riesgos disergonómicos con la finalidad que ellos brinden una charla de 5 minutos a los estudiantes universitarios, para ello se proporcionará guías didácticas (ver anexo 14) sobre los diferentes temas que se van abordar en la capacitación, se llevaría a cabo al inicio de las clases en cada ciclo académico con el objetivo de informar, prevenir a los estudiantes sobre los riesgos a los que se exponen en los laboratorios de cómputo y cuáles deberían ser las medidas preventivas que deben tomar frente a los riesgos.

A, continuación se muestra en la tabla 86 el plan de capacitación.

Tabla 86. Plan de capacitación

Temas	Responsable	Recurso	Período de ejecución / mes						
			1	2	3	4	5	6	Opcional
Deficiente iluminación									
¿Qué es la luz? ¿Efectos de una iluminación deficiente? Consecuencias por una iluminación deficiente Medidas preventivas	Ing. de Higiene y Seguridad Industrial	Universidad	x	x					
Estrés Térmico									
¿En qué consiste el estrés térmico? Causa del estrés térmico Consecuencias (Trastornos o enfermedades por el estrés térmico) Medidas de control	Ing. de Higiene y Seguridad Industrial	Universidad			x	x			
Posturas incómodas									
Riesgos por una postura incómoda Efectos en la salud Recomendaciones para una postura correcta Medidas preventivas	Ing. de Higiene y Seguridad Industrial	Universidad					x	x	

Fuente: Elaboración propia

El éxito de la implementación de las propuestas, según lo establecido en PMBOOK [19], amerita considerar los riesgos que se pueden presentar, a fin de disminuir la probabilidad y/o el impacto de los riesgos negativos. Frente a ello, se identificó el riesgo de gestión en la implementación de las medidas de control propuestas en el IPERC, por lo que se usó la categorización de probabilidad e impacto del PMBOOK, tomando la categoría de riesgo “Mediano” como referencia para estimar el riesgo de las propuestas, con una probabilidad de ocurrencia de 50%, lo cual genera algún impacto en la reducción de riesgos disergonómicos. Este planteamiento fue utilizado en la reevaluación de la matriz IPERC. Tal, como se muestra en la tabla 87.

Tabla 87. Reevaluación de la Matriz IPERC

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LA UNIVERSIDAD												
Área: Laboratorio de cómputo												
TAREA	PELIGRO	RIESGO	PROBABILIDAD									MEDIDAS DE CONTROL
			Índice personas expuestas (A)	Índice procedimientos de trabajo (B)	Índice de capacitación (C)	Exposición al riesgo (D)	Índice de probabilidad (A+B+C+D)	Índice de Severidad	Probabilidad x Severidad	Nivel de riesgo	Riesgo Significativo	
DESARROLLO DE CLASES	Postura incomoda	Trastorno musculoesquelético	3	2	2	2	9	1	9	MO	SG	Control administrativo - Pcedimientos (mantener una postura correcta y el adecuado uso del mobiliario)
	Espacio reducido	Trastorno musculoesquelético	3	1	2	2	8	1	8	TO	SG	Control administrativo- Mantener una señalización de seguridad
	Deficiente iluminación	Fatiga visual	3	1	1	2	7	1	7	TO	SG	Control administrativo - Instructivo (uso correcto del sistema del aire acondicionado para apagar y encender debidamente el equipo , nivel de temperatura mínima según el parámetro establecido para los laboratorios de cómputo)
	Estrés termico	Sobrecarga térmica	3	1	1	2	7	1	7	TO	SG	Control administrativo - Instructivo (uso correcto del sistema del aire acondicionado para apagar y encender debidamente el equipo , nivel de temperatura mínima según el parámetro establecido para los laboratorios de cómputo)
USO DE COMPUTADORA	Posición sentada	Trastorno musculoesquelético	3	2	2	2	9	1	9	MO	SG	Mantener el control administrativo (Programas de pausas activas por un intervalo de 10 minutos , capacitaciones y charlas de 5 minutos a los estudiantes universitarios)
Nivel de Riesgo												
	ACEPTABLE	TOLERABLE	MODERADO	IMPORTANTE	INTOLERABLE							

Fuente: Elaboración propia

3.3 ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

Es importante realizar el análisis beneficio- costo, para determinar si el proyecto es viable. Para ello, se enumerarán y valorarán en términos monetarios todos los costos y beneficios derivados del proyecto. A, continuación se presentan los costos que intervienen para la propuesta de mejora en los laboratorios de cómputo.

3.3.1 Costo de equipos y materiales

➤ Presupuesto de las luminarias:

De acuerdo a los cálculos obtenidos se instalarán 15 luminarias marca Dicolux y 4 tubos led por luminaria, lo que hace un total de 75 luminarias y 300 tubos led para los laboratorios de cómputo.

Tabla 88. Presupuesto por la compra de luminarias Dicolux

Descripción	Cantidad	Costo Unitario S/.	Costo total S/.
Luminaria con tubo led 4x 9W	75	S/. 129,00	S/. 9 675,50
Costo de instalación	75	S/. 10, 00	S/. 750, 00
TOTAL			S/. 10 425,50

Fuente: Promart Home Center, 2020

En la tabla 88, se observa el costo total de: S/. 10 425,50 nuevos soles por las 75 luminarias que se instalarán en los laboratorios de cómputo (ver Anexo 15 y 16)

➤ Presupuesto del costo de mantenimiento de las luminarias Dicolux

Tabla 89. Costo de mantenimiento de las luminarias anual

Descripción	Cantidad	Costo Unitario S/.	Costo total S/.
Costo de mantenimiento de las luminarias Dicolux	75	S/. 10, 00	S/ 750,00
TOTAL			S/. 750,00

Fuente: Friocar, 2020

Se muestra en la tabla 89, el costo total de S/ 750,00 Nuevos soles por el costo de mantenimiento de las 75 luminarias y se muestra en el anexo 17 la cotización.

➤ Presupuesto del sistema de aire acondicionado:

El aire acondicionado que se va a instalar es marca York R-410 ecológico con tecnología invertir de capacidad de enfriamiento de 36000 BTU/Hr y se instalarán 10 aires acondicionados en los laboratorios de cómputo.

Tabla 90. Presupuesto por la compra del sistema de aire acondicionado York

Descripción	Cantidad	Costo Unitario S/.	Costo total S/.
Sistema de Aire acondicionado York 36 000 BTU/Hr	10	S/. 1 850,00	S/. 18 500,00
Servicio de instalación	10	S/ 100,00	S/. 1 000,00
Suministros de instalación del sistema eléctrico	10	S/. 80,00	S/.8 00,00
TOTAL			S/. 20 300,00

Fuente: InstalFrio, 2020

En la tabla 90, se muestra el costo total de S/. 20 300,00 Nuevos soles por los 10 aires acondicionados que se instalarán en los laboratorios de cómputo. (ver anexo 18).

➤ Costo de mantenimiento del sistema del aire acondicionado York

Tabla 91. Costo de mantenimiento del sistema de aire acondicionado york anual

Descripción	Cantidad	Costo Unitario S/.	Costo total S/.
Costo de mantenimiento del sistema del aire acondicionado	10	S/. 100,00	S/ 1 000 ,00
TOTAL			S/. 1 000,00

Fuente: Friocar,2020

En la tabla 91, se evidencia el costo total de S/. 1000, 00 Nuevos soles por el costo de mantenimiento de los 10 aires acondicionados. (ver anexo 17).

➤ Presupuesto del mobiliario ergonómico

Para los laboratorios de cómputo se necesitará 155 escritorios y 155 sillas ergonómicas.

Tabla 92. Presupuesto por la compra del mobiliario ergonómico

Descripción	Cantidad	Costo Unitario S/.	Costo total S/.
Sillas	155	S/. 130 ,00	S/. 20 150,00
Escritorio	155	S/ 180,00	S/. 27 900,00
Los precios de costos incluyen IGV			
TOTAL			S/. 48 050,00

Fuente: Sillas y muebles Import, 2015

En la tabla 92, se muestra el costo total de: S/. 48 050,00 Nuevos soles por los 155 escritorios y 155 sillas ergonómicas que se va a cambiar en los laboratorios de cómputo. La cotización se evidencia en el anexo 19.

➤ Presupuesto para la capacitación anual

Para ello se contratará a un Ing. de Higiene de Seguridad Industrial que va a capacitar a los docentes de la Universidad, se llevará a cabo 4 capacitaciones anuales. En cuanto a los materiales de capacitación abarca folletos, fotocopias, guías didácticas.

Tabla 93. Presupuesto para la capacitación anual

Descripción	Cantidad	Costo Unitario S/.	Costo total S/.
Capitador	4	S/. 100,00	S/. 400,00
Materiales de capacitación	4	S/. 70,00	S/. 280,00
TOTAL			S/. 680 ,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 93, se evidencia el costo total de: S/860 ,00 Nuevos soles por la capacitación anual que brindará el Ing. de Higiene de Seguridad Industrial a los docentes en los laboratorios de cómputo.

➤ Costo total anual

Tabla 94. Costo total anual

Descripción	Costo anual S/.
Costo de mantenimiento de luminarias Dicolux	S/. 750,00
Costo de mantenimiento del aire acondicionado York	S/. 1 000,00
Costo por capacitación	S/. 680,00
Costo total S/.	S/. 2 430,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 94, se muestra el costo total anual de: S/ 2 430,00 Nuevos soles para los laboratorios de cómputo.

➤ Inversión de la propuesta para los laboratorios de cómputo.

Tabla 95. Inversión de la propuesta

Mejora	Costo de equipos S/.	Costo de instalación S/.	Costo total S/.
Luminarias con tubo led 4x 9W	S/. 9 675,50	S/. 750,00	S/. 10 425,50
Sistema de Aire acondicionado York 36 000 BTU/Hr	S/. 19 300,00	S/. 1 000,00	S/. 20 300,00
Mobiliario ergonómico	S/. 48 050,00	----	S/. 48 050,00
TOTAL			S/. 78 775,50

Fuente: Elaboración propia

El costo total para la inversión de la propuesta es de S/. 78 775,50 Nuevos soles para realizar el beneficio – costo de la propuesta nos basamos en las sanciones que deberá pagar la Universidad en caso continúen los niveles de riesgo hallados por los riesgos disergonómicos en los laboratorios de cómputo.

El reglamento de infracciones y sanciones expedida en el marco de la Ley N°30220 – Ley Universitaria, regula las medidas preventivas y la potestad sancionadora que le ha sido atribuida a la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria - SUNEDU. En el artículo 21 de la Ley, tipifica las sanciones que se imponen y son las siguientes:

➤ **Sanción por infracción Leve:**

Se impone al infractor una sanción de multa no menor a una (1) UIT y hasta treinta (30) UIT.

➤ **Sanción por infracción Grave:**

En las infracciones graves se le impone al infractor conjunta o alternativamente las siguientes sanciones:

- a) Multa mayor a treinta (30) UIT y hasta cien (100) UIT.
- b) Suspensión de licencia de funcionamiento.

Al imponerse la sanción de suspensión deberá fijarse el plazo de vigencia de la misma, el cual no podrá exceder de un año.

➤ **Sanción por infracción Muy Grave:**

Por la comisión de infracciones muy graves, se impone al infractor conjunta o alternativamente las siguientes sanciones:

- a) Multa mayor de cien (100) UIT y hasta trescientas (300) UIT.
- b) Cancelación de la licencia de funcionamiento definitiva.

En el Artículo 41, estipula que el infractor al que se haya impuesto la sanción de multa por la comisión de infracciones muy graves, graves o leves puede requerir a la Oficina de Administración de la SUNEDU, una reducción del veinticinco por ciento del total a pagar, si es que acredita el cumplimiento, de manera concurrente los requisitos:

En la tabla 96, se muestra las infracciones relativas sobre el licenciamiento de Universidades por la SUNEDU, por lo cual la Universidad no cumple en todo lo referente a las condiciones básicas de calidad. En el momento que la Universidad tenga auditoría, tendría 2 infracciones y sería de gravedad: Muy grave.

Tabla 96. Tipificación de infracciones a la ley N°30220- Ley universitaria

INFRACCIONES	GRAVEDAD
INFRACCIONES RELATIVAS A NORMAS SOBRE LICENCIAMIENTO DE UNIVERSIDADES	
Ofrecer y/o prestar servicio educativo superior universitario sin contar con licencia de funcionamiento expedida por la SUNEDU o con licencia vencida.	Muy grave
Convocar y/o llevar a cabo el proceso de admisión y/o matrícula para prestar servicio educativo superior universitario sin contar con licencia de funcionamiento otorgada por la SUNEDU o con licencia vigente.	Muy grave
No mantener las condiciones básicas de calidad verificadas en el proceso que dio lugar al otorgamiento de la licencia de funcionamiento por la SUNEDU mientras dicha licencia se encuentre vigente.	Muy grave
No cumplir ni comunicar a la SUNEDU de las ampliaciones y modificaciones efectuadas en la sede universitaria, filiales, facultades, escuelas o programas de estudio conducentes a grado académico y/o título profesional, vinculadas a las condiciones básicas de calidad, mientras su licencia se encuentre vigente.	Leve
No cumplir con las condiciones básicas de calidad, aprobadas por la SUNEDU en las ampliaciones y modificaciones efectuadas en la sede universitaria, filiales, facultades, escuelas o programas de estudio conducentes a grado académico y/o título profesional, mientras su licencia se encuentre vigente.	Muy grave
Prestar el servicio educativo superior por parte de la universidad con autorización definitiva o provisional sin haberse adecuado a las condiciones básicas de calidad establecidas por la SUNEDU, una vez concluido el plazo de adecuación establecido por esta.	Muy grave
No cumplir con presentar el plan de adecuación a las condiciones básicas de calidad en el plazo establecido por la SUNEDU para el caso de las universidades con autorización definitiva o provisional.	Grave
No presentar la solicitud de licenciamiento institucional de las universidades con autorización definitiva o provisional en el plazo establecido en el cronograma por la SUNEDU, o presentarlo incompleto o impreciso y no subsanarlo dentro de los plazos establecidos.	Grave
Prestar el servicio educativo superior universitario en una filial creada luego de la vigencia de la ley N° 29971 - Ley que establece la moratoria de creación de universidades públicas y privadas por un periodo de cinco años.	Muy grave

Fuente: Reglamento de Infracciones y Sanciones de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria – SUNEDU, 2015.

Para realizar el cálculo se debe considerar el Valor de la Unidad Impositiva Tributaria, lo cual es de: S/4,150.00 Nuevos soles, aprobado por el Decreto Supremo N°380-2017-EF.

Tabla 97. Sanciones impuestas a la Universidad

Gravedad	Monto UIT	Cálculo	Importe mínimo	Importe máximo
Muy grave	S/.4 150,00	100 a 300 UIT	S/.415 00,00	S/.1 245 000,00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 97, se observa que la infracción cometida por la Universidad de ser Muy grave, le correspondería pagar un importe mínimo de S/. 415,000.00 Nuevos soles y el importe máximo de S/ 1,245000.00 Nuevos soles, motivo por el cual afecta a la Institución ya que los importes son altos.

3.3.2 Flujo de Caja Económico

Se realiza un flujo de caja económico proyectando los ingresos y egresos para los próximos 5 años a raíz de la propuesta realizada. Tomando en cuenta como ingreso, el ahorro por pago de multas que sería impuesta por SUNEDU de existir una inspección en la Universidad. Los egresos implicarían costos en capacitación y en mantenimiento.

A, continuación se muestra en la tabla 98 el flujo de caja económico.

Tabla 98. Flujo de caja económico

CONCEPTO /AÑOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS						
Ahorro por pago de multa (S/.)		103 750,00	103 750,00	103,750.00	103,750.00	103 750,00
Total de ingresos (S/.)	0,00	103 750,00	103 750,00	103,750.00	103,750.00	103 750,00
EGRESOS						
Inversión	78 775,50					
Costos en capacitación (S/.)		680,00	680,00	680,00	680,00	680,00
Costo de mantenimiento (S/.)		1 750,00	1 750,00	1 750,00	1 750,00	1 750,00
Total de egresos (S/.)	78 775,50	2 430,00	2 430,00	2 430,00	2 430,00	2 430,00
Utilidad operacional (S/.)	- 78 775 ,50	101 320,00	101 320,00	101 320,00	101 320,00	101 320,00
Depreciación (0,10%)		7 731,50	7 731,50	7 731,50	7 731,50	7 731,50
Utilidad antes de impuesto (S/.)		93 588,50	93 588,50	93 588,50	93 588,50	93 588,50
Impuesto a la renta (29,5 %)		27 608,61	27 608,61	27 608,61	27 608,61	27 608 ,61
Depreciación (S/.)		7 731,50	7 731,50	7 731,50	7 731,50	7 731,50
Flujo de caja Anual (S/.)	-78 775,50	73 711,39	73 711,39	73 711,39	73 711,39	73 711,39
Flujo de caja acumulado (S/.)		- 5 064,11	147 422,79	147 422,79	147 422,79	147 422,79

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos del flujo de caja económico indican que existirá una utilidad positiva durante los próximos 5 años, en la siguiente tabla se hace una evaluación económica de la propuesta planteada.

3.3.3 Evaluación económica

Realizamos el cálculo del valor actual neto (VAN) que nos permitirá calcular el valor presente de los flujos de caja futuros hallados, que se originarían por la inversión de las mejoras propuestas; aplicando una tasa de actualización del 20%. Asimismo, se calcula la tasa interna de retorno (TIR) que indicara que la propuesta es viable y rentable.

Tabla 99: Evaluación económica

Concepto/Año	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	VAN	TIR
Flujo caja económico	-78 775,50	67 383,72	67 383,72	67 383,72	67 383,72	67 383,72	141 666,79	90%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 99, se puede observar que el VAN es un valor positivo y el TIR es del 90 % lo que indica que la propuesta es rentable.

3.3.4 Relación Costo - beneficio

Con la relación costo- beneficio se podrá verificar el beneficio económico que se tiene en cuanto a la propuesta.

$$\text{Relación costo – beneficio: } \frac{\text{VAN INGRESOS}}{\text{VAN INGRESOS} + \text{INVERSIÓN}} = \frac{\text{S/. 310 276,01}}{\text{S/. 86 042, 69}} = \text{S/.3,60}$$

Al ejecutarse el proyecto tendría un beneficio para la Universidad, por cada sol invertido dejará de gastar de S/.2,60 soles por concepto de posible sanción impuesta por SUNEDU, claro está si le descuentan el 25% que le otorga SUNEDU, al momento de imponer la sanción de acuerdo a los establecido de la Ley.

3.3.5 Período de recuperación de la inversión

Se calculó el tiempo de recuperación de la inversión de la propuesta.

$$\text{Tasa de retorno} = 78\,775,50 / 103\,750,00 = 0,76 \text{ años} = 9,12 \text{ meses} = 273 \text{ días}$$

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Se elaboró la propuesta de mejora en los laboratorios de cómputo, estimándose una reducción del nivel de riesgo de intolerable a moderado para los casos de postura incomoda y posición sentada con una reducción de 22,5%. La reducción estimada para los niveles de riesgo por deficiente iluminación, estrés térmico es de importante a tolerable, con un porcentaje de 17,5% y para el nivel de riesgo por espacio reducido de importante a tolerable con una reducción de 20 % respectivamente.
2. Al realizar el diagnóstico de la situación actual en los laboratorios de cómputo, se evidenciaron los riesgos disergonómicos a los que están expuesto los estudiantes mediante el registro visual se mostró que adoptan posturas incomodas; se aplicó encuestas en las que el 57,50% de los estudiantes expresaron sentirse fatigados. Mediante el cuestionario Cornell, se mostró que unas las causas que les genera fatiga a los estudiantes es el diseño inadecuado de sillas y mesas. Se reflejó que la iluminación es deficiente ya que se encuentra en 294,65 luxes no cumpliendo con los 500 luxes establecidos en la norma técnica EM.010. Así mismo, se evidenció 12,38% de estudiantes insatisfechos por el estrés térmico, superando el 10% del rango permitido, según el método Fanger, recogido por la Norma ISO 7730. En temas de sanción, SUNEDU sería severa por las condiciones básicas que no cumple la Universidad, esto implicaría cancelar una multa de S/. 415,000.00 Nuevos Soles, ocasionando consecuencias económicas y dañar su imagen que con el paso de los años ha conseguido.
3. Mediante la propuesta de mejora para reducir los riesgos disergonómicos, se consigue que los laboratorios de cómputo cumplan con los requisitos propuestos por la Norma Básica de Ergonomía del Perú, para mejorar el diseño del mobiliario y la distribución del laboratorio de cómputo. En la iluminación se procedió al cambio de luminarias para cumplir con los parámetros establecidos de la norma técnica EM.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Al cambiar el sistema del aire acondicionado, se logrará mantener la temperatura de los laboratorios de cómputo en los rangos establecidos según MINTRA. Así, mismo se recomendó programas de pausas activas por un intervalo de 10 minutos, capacitaciones a los docentes según el Reglamento de

la Ley N°29783 con la finalidad que ellos brinden una charla de 5 minutos a los estudiantes universitarios antes de iniciar las clases.

4. Para el análisis económico se tiene un costo de la propuesta de S/. 78 775,50 y un ahorro de S/. 103 750,00 por dejar de pagar la posible sanción a SUNEDU, por el incumplimiento de las condiciones básicas establecidas para los laboratorios de cómputo, obteniendo 3,60 soles del indicador de beneficio - costo lo que significa que por cada sol que invierte la Universidad, dejará de gastar 2,60 soles.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar el proyecto, porque con la investigación evaluada se mostró que se ha reducido los riesgos disergonómicos, por lo cual se contará con ambientes favorables en los laboratorios de cómputo para realizar el desarrollo de las clases los estudiantes universitarios.
- Se recomienda continuar con el monitoreo de las condiciones básicas que debe cumplir los laboratorios de cómputo, para garantizar que se mantenga en un nivel aceptable en los riesgos disergonómicos que se evidenciaron.
- Se recomienda realizar futuras investigaciones, para continuar mejorando la situación de los riesgos disergonómicos en los ambientes de cómputo y en los demás ambientes de aprendizaje.
- Se recomienda una futura investigación que pueda medir la incidencia de los riesgos disergonómicos en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Cortéz, «Técnicas de prevención de riesgos laborales,» 2007. [En línea]. Available: Tébar. SL. [Último acceso: 9 Setiembre 2019].
- [2] Norma Básica de Ergonomía y Procedimientos de Evaluación de Riesgos Disergonómicos, «MINTRA,» [En línea]. Available: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/982841B4C16586CD05257E280058419A/\\$FILE/4_RESOLUCION_MINISTERIAL_375_30_11_2008.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/982841B4C16586CD05257E280058419A/$FILE/4_RESOLUCION_MINISTERIAL_375_30_11_2008.pdf) . [Último acceso: 9 Setiembre 2019].
- [3] e. a. M. Castro, «Propuesta de diseño de un pupitre bajo medidas antropométricas de los estudiantes de la facultad de Ingeniería Ambiental,» Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2015.
- [4] A. Ramos, «Estudios de factores de riesgo ergonómico que afectan el rendimiento académico de usuarios de equipo de cómputo de una Institución educativa,» México, 2013.
- [5] J. Bellina y S. Pérez , «Metodología para el diseño de mobiliario basado en datos antropométricos en Perú,» Universidad de Piura , Piura , 2018.
- [6] F. Moreno, «Riesgos Laborales en las Oficinas,» Universidad de la Laguna, Tenerife, 2018.
- [7] N. Manco, «Evaluación y Control de Riesgos Disergonomicos en una Compañía Aseguradora,» Lima , 2017.
- [8] L. Castillo Guerra, A. Alarcón Aldana y M. Callejas Cuervo, «Infraestructura física para laboratorios en el área de Ingeniería del Software,» *scielo*, vol. 13, nº 2, pp. 1-9, 2017.
- [9] M. Párraga Velasquez, «Diseño ergonomico en aulas universitarias que permitan optimizar el confort y reducir la fatiga de estudiantes y docente,» UNMSM, Lima, 2014.
- [10] J. Leyva Antoja, J. A. Estrada Beltran y A. Ramírez, «Determinación de fatiga física en trabajadores de mercados populares de los Mochis, Sinaloa,» 2014. [En línea]. Available: www.semec.org.mx. [Último acceso: 21 10 2019].
- [11] Confederación Regional de Organizaciones Empresariales de Murcia, «CROEM,» 2011. [En línea]. Available: <https://portal.croem.es/prevergo/formativo/5.pdf>. [Último acceso: Setiembre 10 2019].
- [12] Enciclopedia: OIT Ergonomía, «OIT,» 2008. [En línea]. Available: www.insht.es. [Último acceso: 25 10 2019].
- [13] J. A. Diesgo - Mas , «Ergonautas,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>. [Último acceso: 15 Setiembre 2019].
- [14] SUNEDU, «Modelo de Licenciamiento y su Implementación en el Sistema Universitario Peruano,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.sunedu.gob.pe/condiciones-basicas-de-calidad-2/>. [Último acceso: 16 Febrero 2020].
- [15] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, «INSHT,» 2012. [En línea]. Available: www.insht.es. [Último acceso: 8 9 2019].

- [16] Ministerio de Vivienda, Construcción y Sanemiento, «Reglamento Nacional de Edificaciones,» 2006. [En línea]. Available: <http://www3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>. [Último acceso: 9 Octubre 2019].
- [17] R. Chavarria, «Análisis Ergonomico de los Espacios de Trabajo en Oficinas,» 2006. [En línea]. Available: https://www.cnae.com/ficheros/files/prl/ntp_242.pdf. [Último acceso: 20 Octubre 2019].
- [18] Ministerio del Trabajo y Promoción del empleo, «Reglamento de la Ley N°29783-Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/seguridad-y-salud/reglamento-ley29783.pdf>. [Último acceso: 20 Octubre 2019].

VI ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de enfrentamiento para ponderar los factores de riesgos disergonómicos

Factores de riesgo	Posturas forzadas	Duración	Movimientos repetitivos	Posturas estáticas	Manipulación de cargas	Posturas de cabeza y cuello	Posturas de miembros superiores	Posturas del tronco	Posturas de muñeca	Total	Peso (%)
Posturas forzadas		1	1	1	1	1	1	1	1	8	17%
Duración	1		0	1	1	1	0	1	0	5	10%
Movimientos repetitivos	0	0		0	0	1	1	0	1	3	7%
Posturas estáticas	1	1	0		1	0	1	1	0	5	10%
Posturas de cabeza y cuello	1	1	0	1	1		1	1	1	7	16%
Posturas de miembros superiores	1	1	0	1	1	0		1	1	6	14%
Posturas del tronco	1	1	0	1	1	1	1		1	8	17%
Posturas de muñeca	1	0	0	1	1	0	1	0		4	9%
Total										46	100%

Figura 41. Matriz de enfrentamiento para ponderar los factores de riesgos disergonómicos

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga

UNIVERSIDAD

CUESTIONARIO SÍNTOMAS SUBJETIVOS DE FATIGA

INDICACIONES

Solicito su participación, desarrollando cada pregunta de manera objetiva y veraz, la información es de carácter confidencial y reservado ya que los resultados serán manejados solo para la investigación

A, continuación se le presentará 30 preguntas que deberá responder:

Marca con una (x) la respuesta que usted crea conveniente referente a los síntomas que padece al culminar sus clases diarias.

N°	PREGUNTAS	SI	NO
1	¿Siente pesadez en la cabeza?		
2	¿ Siente el cuerpo cansado?		
3	¿ Tiene cansancio en las piernas?		
4	¿ Tiene deseos de bostezar?		
5	¿ Siente la cabeza aturdida?		
6	¿ Está somnoliento?		
7	¿ Siente la vista cansada?		
8	¿ siente rigidez o torpeza en los movimientos?		
9	¿Se siente poco firme e inseguro al estar de pie?		
10	¿ Tiene deseos de acostarse?		
11	¿ Siente dificultad para pensar?		
12	¿ Está cansado de hablar?		
13	¿ Está nervioso?		
14	¿ Se siente incapaz de fijar atención ?		
15	¿ Se siente incapaz de poner atención a las cosas ?		
16	¿ Se olvidan fácilmente las cosas?		
17	¿ Le falta confianza en sí mismo?		
18	¿ Se siente ansioso?		
19	¿ Le cuesta trabajo mantener el cuerpo en una buena postura?		
20	¿ Se le agotó la paciencia?		
21	¿ Tiene dolor de cabeza?		
22	¿ Siente los hombros entumecidos?		
23	¿Tiene dolor de espalda?		
24	¿ Siente opresión al respirar?		
25	¿ Tiene sed?		
26	¿ Tiene la voz ronca?		
27	¿ Se siente mareado?		
28	¿ Le tiemblan los párpados?		
29	¿ Tiene temblor en las piernas o en los brazos?		
30	¿ Se siente mal?		

Figura 42. Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga

Fuente: Determinación de fatiga física en trabajadores de mercados populares de los Mochis, 2014

ANEXO 3. Cuestionario CORNELL

CUESTIONARIO DE CORNELL – IDENTIFICACIÓN NIVEL DE RIESGO ERGÓNOMICO	
Recomendaciones: Marque la Alternativa que cree usted conveniente para determinar el nivel de riesgo ergonómica al que está expuesto y poder determinar y dar a conocer las recomendaciones respectivas.	
1 ¿Cuál de las causas le ocasiona fatiga?	
Mobiliario de cómputo del laboratorio	<input type="checkbox"/>
Iluminación	<input type="checkbox"/>
Ruido	<input type="checkbox"/>
Temperatura	<input type="checkbox"/>
Otros	<input type="checkbox"/>
2. ¿Experimentó dolor, molestias o discomfort durante sus clases diarias?	
Nunca	<input type="checkbox"/>
1-2 veces al día	<input type="checkbox"/>
3-4 veces al día	<input type="checkbox"/>
1 vez al día	<input type="checkbox"/>
Varias veces al día	<input type="checkbox"/>
3. ¿En qué parte del cuerpo presenta molestia?	
Cuello	<input type="checkbox"/>
Hombro der.	<input type="checkbox"/>
Hombro Izq.	<input type="checkbox"/>
Parte superior esp.	<input type="checkbox"/>
Brazo der	<input type="checkbox"/>
Brazo izq.	<input type="checkbox"/>
Parte baja esp.	<input type="checkbox"/>
Antebrazo der	<input type="checkbox"/>
Antebrazo izq.	<input type="checkbox"/>
Muslo der.	<input type="checkbox"/>
Muslo izq.	<input type="checkbox"/>
Rodilla der.	<input type="checkbox"/>
Rodilla izq.	<input type="checkbox"/>
Pie der.	<input type="checkbox"/>
Pie izq.	<input type="checkbox"/>
4. ¿Qué tanta incomodidad le generó?	
Ligeramente incomodo	<input type="checkbox"/>
Moderadamente incomodo	<input type="checkbox"/>
Muy incomfortable	<input type="checkbox"/>
5 ¿Interfirió en sus clases diarias?	
En lo absoluto	<input type="checkbox"/>
Interfirió ligeramente	<input type="checkbox"/>
Interfirió sustancialmente	<input type="checkbox"/>

Figura 43. Cuestionario CORNELL

Fuente: Cornell University, 2014

ANEXO 4. Test para la Evaluación de puestos con Pantallas de Visualización de Datos

TEST PARA LA EVALUACIÓN DE PUESTOS CON PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN DE DATOS

Señale con una X

EQUIPO DE TRABAJO

PANTALLA

ESTABILIDAD DE LA IMAGEN

1. "Ajuste el brillo al máximo. Escriba 5 líneas completas. Dirija la mirada hacia un lado de la pantalla de manera que, sin mirarla directamente, la vea por el rabllo del ojo"

¿Ve Vd. parpadear la imagen?

SI

NO

LEGIBILIDAD: TAMAÑO CARACTERES

2. Escriba dos líneas de caracteres en mayúsculas. ¿Considera adecuado el tamaño de los caracteres?

NO

SI

AJUSTE DE LUMINOSIDAD/CONTRASTE

3. ¿Puede ajustar fácilmente el brillo y/o el contraste entre los caracteres y el fondo de la pantalla?

NO

SI

REGULACIÓN: GIRO E INCLINACIÓN

4. ¿Puede regular fácilmente la inclinación y el giro de su pantalla? (Ver figura).



NO

SI

REGULACIÓN: ALTURA

5. ¿Puede regular la altura de su pantalla?

(Bien por ser regulable la altura de la mesa sobre la que está colocada la pantalla o por serlo la propia pantalla, sin tener que recurrir a la utilización de objetos tales como libros, etc).

NO

SI

REGULACIÓN DE LA DISTANCIA

6. ¿Se puede ajustar fácilmente la distancia de la pantalla (moviéndola en profundidad) para conseguir una distancia de visión adecuada a sus necesidades?

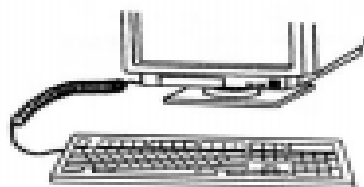
NO

SI

TECLADO

INDEPENDENCIA DEL TECLADO

7. ¿El teclado es independiente de la pantalla?

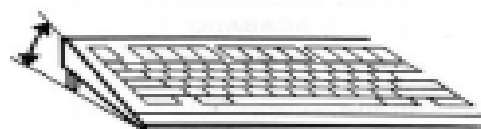


NO

SI

REGULACIÓN DE LA INCLINACIÓN

8. ¿Puede regular la inclinación de su teclado? (Ver figura).



NO

SI

GROSOR

9. ¿El teclado tiene un grosor excesivo, que hace incómoda su utilización?

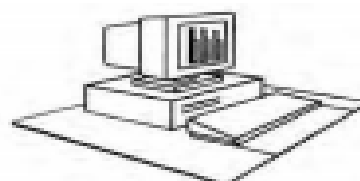


SI

NO

APOYO ANTEBRAZOS – MANOS

10. ¿Existe un espacio suficiente para apoyar las manos y/o antebrazos delante del teclado? (Ver figura).



NO

SI

REFLEJOS EN EL TECLADO

11. ¿La superficie del teclado es mate para evitar reflejos?

NO

SI

DISPOSICIÓN DEL TECLADO

12. ¿La distribución de las teclas en el teclado dificulta su localización y utilización?

SI

NO

CARACTERÍSTICAS DE LAS TECLAS

13. ¿Las características de las teclas (forma, tamaño, separación, etc) le permiten pulsarlas fácilmente y sin error?

☐ NO

☐ SI

14. ¿La fuerza requerida para el accionamiento de las teclas le permite pulsarlas con facilidad y comodidad?

☐ NO

☐ SI

LEGIBILIDAD DE LOS SÍMBOLOS

15. ¿Los símbolos de las teclas son fácilmente legibles?

☐ NO

☐ SI

LETRA Ñ Y OTROS SIGNOS

16. ¿Incluye su teclado todas las letras y signos del idioma en que trabaja habitualmente?

☐ NO

☐ SI

RATÓN

17. En el caso de que utilice un "ratón" como dispositivo de entrada de datos:

¿Su diseño se adapta a la curva de la mano, permitiéndole un accionamiento cómodo?

☐ NO

☐ SI

18. ¿Considera que el movimiento del cursor en la pantalla se adapta satisfactoriamente al que usted realiza con el "ratón"?

☐ NO

☐ SI

MESA/SUPERFICIE DE TRABAJO

SUPERFICIE DE TRABAJO

19. ¿Las dimensiones de la superficie de trabajo son suficientes para situar todos los elementos (pantallas, teclado, documentos, material accesorio) cómodamente?

☐ NO

☐ SI

ESTABILIDAD

20. ¿El tablero de trabajo soporta sin moverse el peso del equipo y el de cualquier persona que eventualmente se apoye en alguno de sus bordes?

☐ NO

☐ SI

ACABADO

21. Las aristas y esquinas del mobiliario ¿están adecuadamente redondeadas?

☐ NO

☐ SI

22. Las superficies de trabajo ¿son de acabado mate, para evitar los reflejos?

☐ NO

☐ SI

AJUSTE

23. ¿Puede ajustar la altura de la mesa con arreglo a sus necesidades?

☐ NO

☐ SI

PORTADOCUMENTOS

24. En el caso de precisar un atril o portadocumentos, ¿dispone Ud. de él?

(Si no precisa de él, no conteste)

☐ NO

☐ SI

Si dispone de un atril, conteste a las preguntas a) y b)

24. a) ¿Es regulable y estable?

☐ NO

☐ SI

24. b) ¿Se puede situar junto a la pantalla?

☐ NO

☐ SI

ESPACIO ALOJAMIENTO PIERNAS

25. ¿El espacio disponible debajo de la superficie de trabajo es suficiente para permitirle una posición cómoda?

☐ NO

☐ SI

SILLA

ESTABILIDAD

26. ¿Su silla de trabajo le permite una posición estable (exenta de desplazamientos involuntarios, balanceos, riesgo de caídas, etc...)?

☐ NO

☐ SI

27. ¿La silla dispone de cinco puntos de apoyo en el suelo?

☐ NO

☐ SI

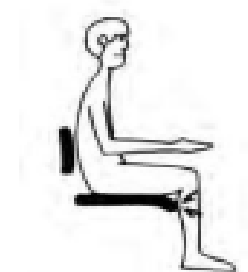
CONFORTABILIDAD

28. ¿El diseño de la silla le parece adecuado para permitirle una libertad de movimientos y una postura confortable?

☐ NO

☐ SI

29. ¿Puede apoyar la espalda completamente en el respaldo sin que el borde del asiento le presione la parte posterior de las piernas? (Ver figura).


☐ NO

☐ SI

30. ¿El asiento tiene el borde anterior adecuadamente redondeado?

☐ NO

☐ SI

31. ¿El asiento está recubierto de un material transpirable?

☐ NO

☐ SI

32. ¿Le resulta incómoda la inclinación del plano del asiento? (Ver figura).


☐ SI

☐ NO

AJUSTE

33. ¿Es regulable la altura del asiento?

☐ NO

☐ SI

34. ¿El respaldo es reclinable y su altura regulable? (Debe cumplir las dos condiciones).

☐ NO

☐ SI

REPOSAPIÉS

35. En el caso de necesitar Vd. un reposapiés, ¿dispone de uno?
(Si no precisa de él, no conteste)

☐ NO

☐ SI

36. En caso afirmativo, ¿Las dimensiones del reposapiés le parecen suficientes para colocar los pies con comodidad?

☐ NO

☐ SI

ENTORNO DE TRABAJO

ESPACIO DE TRABAJO

37. ¿Dispone de espacio suficiente en torno a su puesto para acceder al mismo, así como para levantarse y sentarse sin dificultad?

☐ NO

☐ SI

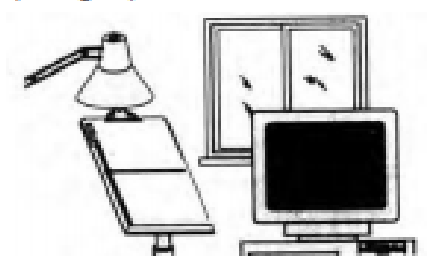
ILUMINACIÓN: NIVEL DE ILUMINACIÓN

38. ¿La luz disponible en su puesto de trabajo le resulta suficiente para leer sin dificultad los documentos?

☐ NO

☐ SI

39. ¿La luminosidad de los documentos u otros elementos del entorno es mucho mayor que la de su pantalla encendida? (Ver figura).


☐ SI

☐ NO

REFLEJOS

40. alguna luminaria (lámparas, fluorescentes, etc...) o ventana, u otros elementos brillantes del entorno, ¿le provocan reflejos molestos en uno o más de los siguientes elementos del puesto? :

40. a) pantalla

☐ SI

☐ NO

40. b) teclado

☐ SI

☐ NO

40. c) mesa o superficie de trabajo

☐ SI

☐ NO

d) cualquier otro elemento del puesto

☐ SI

☐ NO

DESLUMBRAMIENTOS

41. ¿Le molesta en la vista alguna luminaria, ventana u otro objeto brillante situado frente a Vd.?

☐ SI

☐ NO

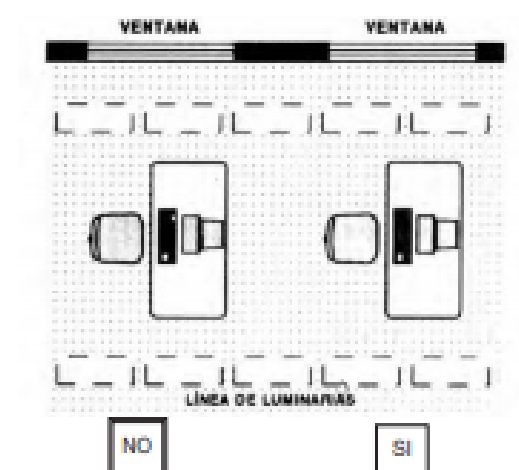
VENTANAS

42. Caso de existir ventanas, ¿dispone de persianas, cortinas o "estores" mediante los cuales pueda Vd. atenuar eficazmente la luz del día que llega al puesto?

☐ NO

☐ SI

43. ¿Está orientado su puesto correctamente respecto a las ventanas? (ni de frente ni de espaldas a ellas). (Ver figura).



RUIDO

44. ¿El nivel de ruido ambiental existente le dificulta la comunicación o la atención en su trabajo?

SI

NO

45. En caso afirmativo, señale cuáles son las principales fuentes de ruido que le perturban:

45. a) Los propios equipos informáticos (impresora, ordenador, etc.)

SI

NO

45. b) Otros equipos o instalaciones

SI

NO

45. c) Las conversaciones de otras personas

SI

NO

d) Otras fuentes de ruido (teléfono, etc.)

SI

NO

CALOR

46. ¿Durante muchos días del año le resulta desagradable la temperatura existente en su puesto de trabajo?

SI

NO

47. ¿Siente Vd. molestias debidas al calor desprendido por los equipos de trabajo existentes en el local?

SI

NO

HUMEDAD DEL AIRE

48. ¿Nota Vd. habitualmente sequedad en el ambiente?

SI

NO

PROGRAMAS DE ORDENADOR

49. ¿Considera que cada programa que utiliza se adapta a la tarea que debe realizar?

☐ NO

☐ SI

50. ¿Considera que los programas que emplea son fáciles de utilizar?

☐ NO

☐ SI

51. ¿Estos programas se adaptan a sus conocimientos y experiencia?

☐ NO

☐ SI

52. ¿Los programas empleados le proporcionan ayudas para su utilización?

☐ NO

☐ SI

53. ¿El programa le facilita la corrección de errores, indicándole, por ejemplo, el tipo de error cometido y sugiriendo posibles alternativas?

☐ NO

☐ SI

PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

54. ¿Los programas utilizados le presentan la información a un ritmo adecuado?

☐ NO

☐ SI

55. ¿Para Vd. la información en pantalla es mostrada en un formato adecuado?

☐ NO

☐ SI

ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

56. ¿Se encuentra sometido habitualmente a una presión excesiva de tiempos en la realización de su tarea?

☐ SI

☐ NO

57. ¿La repetitividad de la tarea le provoca aburrimiento e insatisfacción?

☐ SI

☐ NO

58. ¿El trabajo que realiza habitualmente, le produce situaciones de sobrecarga y de fatiga mental, visual o postural?

☐ SI

☐ NO

59. ¿Realiza su trabajo de forma aislada o con pocas posibilidades de contacto con otras personas?

☐ SI

☐ NO

PAUSAS

60.a) ¿El tipo de actividad que realiza le permite seguir su propio ritmo de trabajo y hacer pequeñas pausas voluntarias para prevenir la fatiga?

☐ NO

☐ SI

60.b) "En el caso de haber respondido negativamente a la pregunta anterior"

¿Realiza cambios de actividad o pausas periódicas reglamentadas para prevenir la fatiga?

☐ NO

☐ SI

FORMACIÓN

61. ¿Le ha facilitado la empresa una formación específica para la tarea que realiza en la actualidad?

☐ NO

☐ SI

62. ¿Le ha proporcionado la empresa información sobre la forma de utilizar correctamente el equipo y mobiliario existente en su puesto de trabajo?

☐ NO

☐ SI

RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

La vigilancia de la salud proporcionada por la empresa ¿incluye reconocimientos médicos periódicos donde se tienen en cuenta:

63 .a) los problemas visuales,

☐ NO

☐ SI

b) los problemas musculoesqueléticos,

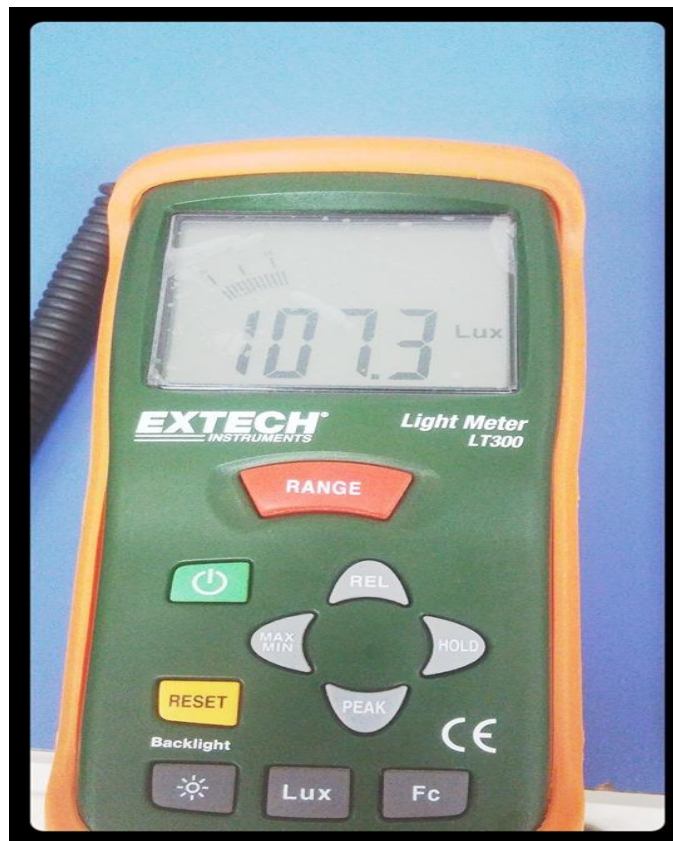
☐ NO

☐ SI

c) la fatiga mental?

☐ NO

☐ SI

Anexo 5. Luxómetro digital - LT 300**Figura 44. Luxómetro digital - LT 300**

Fuente: Laboratorio de cómputo

Anexo 6. Mediciones realizadas en los laboratorios de cómputo

Tabla 100: Mediciones realizadas en los laboratorios de cómputo

LECTURA	FECHA	HORA	LABORATORIOS	ILUMINANCIA ENCONTRADA (Lux)
1	16/01/2020	6:45pm	Laboratorio 415	265,4
2	16/01/2020	6:47pm		245,1
3	16/01/2020	6:49pm		250,2
4	16/01/2020	6:51pm		274,6
5	16/01/2020	6:53pm		257,7
6	16/01/2020	6:55pm		262,3
7	16/01/2020	7:35pm	Laboratorio 416	276,8
8	16/01/2020	7:37pm		29,5
9	16/01/2020	7:39pm		284,7
10	16/01/2020	7:41pm		302,1
11	16/01/2020	7:43pm		311,4
12	16/01/2020	7:45pm		299,5
13	16/01/2020	8:25pm	Laboratorio 417	264,7
14	16/01/2020	8:27pm		271,2
15	16/01/2020	8:29pm		282,1
16	16/01/2020	8:31pm		285,7
17	16/01/2020	8:33pm		294,1
18	16/01/2020	8:35pm		298
19	17/01/2020	7:15pm	Laboratorio 418	281,2
20	17/01/2020	7:17pm		299,6
21	17/01/2020	7:19am		307,4
22	17/01/2020	7:21pm		308,1
23	17/01/2020	7:23pm		313,1
24	17/01/2020	7:25pm		316,2
25	17/01/2020	7:57pm	Laboratorio 419	288
26	17/01/2020	7:59pm		299,7
27	17/01/2020	8:01pm		306,8
28	17/01/2020	8:03pm		312,5
29	17/01/2020	8:05pm		315,1
30	17/01/2020	8:07pm		318

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7. Termo Anemómetro Scarlet Tech TWL -1S**Figura 45. Termo Anemómetro Scarlet Tech TWL -1S**

Fuente: Laboratorio de cómputo

Anexo 8. Ficha Técnica de la Luminaria Dicolux



Rejilla empotrable para tubo LED 4x9W con lámpara
SM 118208



FICHA TÉCNICA

Características Rejilla empotrable con reflector de aluminio especular y alerones de aluminio mate, fabricado en plancha de acero con tratamiento anticorrosivo para evitar el óxido, cuenta con un acabado en blanco con pintura al humo, además tiene cable y bornera para una fácil instalación	Altura Del Producto 7.5 cm
Recomendaciones De Uso Tener en cuenta que solo se puede instalar en ambientes internos y asegurarse de que este bien asegurado al momento de realizar la instalación.	Garantía 5 Años
Profundidad Del Producto 61 cm	Observaciones Fluorescente led de policarbonato, cuenta con una tensión multivoltaje de 100-277V y una vida útil de aproximadamente 30000 horas, además un IRC =80.
Estilo Básico	Modelo Empotrable
Tipo de Producto Rejilla	Ancho Del Producto 61 cm
Material Acero	Color Blanco
Número de piezas 1	Tipo de rosca G13
Color de luz Fría	Eficiencia energética A
Led integrado Si	Marca Dicolux
Potencia 9 W	Lúmenes 900 lm

Figura 46. Ficha Técnica de la Luminaria Dicolux

Fuente: Promart Home Center, 2020

Anexo 9. Plano de la distribución de las luminarias en los laboratorios de cómputo

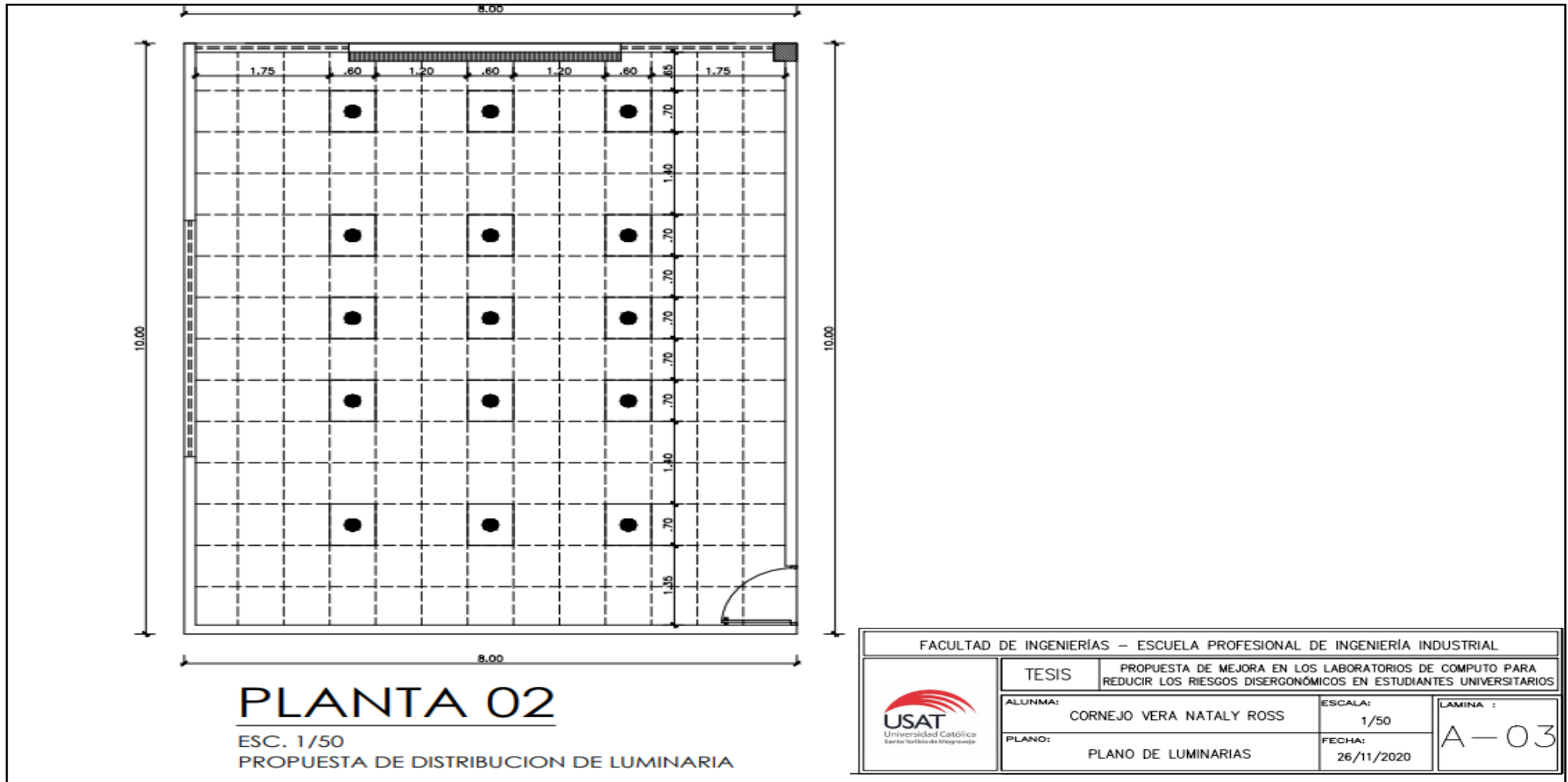


Figura 47. Plano de la distribución de las luminarias en los laboratorios de cómputo

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Tabla de medidas para el cálculo de equipo de aire acondicionado



Procedimiento de Cálculo para Equipos de Aire Acondicionado

Información Técnica

Estimado Usuario VentDepot.com:

Gracias por leer con atención nuestro Procedimiento de Cálculo para Equipos de Aire Acondicionado. Recordamos que este es un procedimiento general, por lo cual siempre será importante consultar a nuestro Staff Técnico experto en sistemas de Aire Acondicionado.

Procedimiento

1. Nombre del Área a implementar Aire Acondicionado: _____

2. Ubicación Geográfica: _____

3. Metros Cuadrados del área para acondicionar = _____ = _____ BTU's/Hr

Determinar la cantidad de metros cuadrados del recinto para acondicionar.

Área			Área			Área		
ft ²	m ²	Enfriamiento BTU's/Hr	ft ²	m ²	Enfriamiento BTU's/Hr	ft ²	m ²	Enfriamiento BTU's/Hr
75	7	2600	1250	117	24900	5000	467	100350
100	9	3350	1500	140	28900	6000	560	118400
150	14	5200	1750	163	35800	7000	653	136200
200	19	6000	2000	187	36100	8000	747	154300
250	23	6900	2250	210	42900	9000	840	172500
300	28	7500	2500	233	46900	10000	933	190400
350	33	7900	2750	257	53800	11000	1027	208700
400	37	9000	3000	280	54000	12000	1120	226400
500	47	10900	3250	303	64700	13000	1213	244200
600	56	12800	3500	327	71600	14000	1307	262300
800	75	14900	3750	350	78500	15000	1400	280700
900	84	17000	4000	373	82500	17500	1633	327700
1000	93	18000	4500	420	89450	20000	1867	374900

4. Número de Personas = _____ = _____ BTU's/Hr

Número de personas que ocupan el cuarto de forma rutinaria. Cada persona genera cerca de 600 BTU's/Hr. Si no existen personas pasar al siguiente paso.

Personas	BTU's/Hr	Personas	BTU's/Hr	Personas	BTU's/Hr
1	600	60	36000	240	144000
2	1200	70	42000	260	156000
3	1800	80	48000	280	168000
4	2400	90	54000	300	180000
5	3000	100	60000	350	210000
10	6000	120	72000	400	240000
15	9000	140	84000	450	270000
20	12000	160	96000	500	300000
30	18000	180	108000	600	360000
40	24000	200	120000	700	420000
50	30000	220	132000	800	480000

Figura 48. Tabla de medidas para el cálculo de equipo de aire acondicionado



Procedimiento de Cálculo para Equipos de Aire Acondicionado

Información Técnica

5. Metros cuadrados de Ventanas = _____ m² = _____ BTU's/Hr

Determinar la cantidad de metros cuadrados que se tienen de ventanas expuestas al sol. Cada 1.4 metros cuadrados de ventana generan 1000 BTU's/Hr. Si no existen ventanas, pasar al siguiente paso.

m ²	BTU's/Hr	m ²	BTU's/Hr	m ²	BTU's/Hr
1	714	15	10714	45	32142
2	1429	20	14285	50	35714
3	2143	25	17857	60	42857
4	2857	30	21428	70	50000
5	3571	35	25000	80	57142
10	7143	40	28571	100	71428

6. Equipos Electrónicos = _____ Watts = _____ BTU's/Hr

Determinar la cantidad de Watts generados por los equipos electrónicos. (Computadoras, Lámparas, Centro de Control de Motores, Copiadoras, Impresoras, etc.) Cada 1000 Watts generan 3414 BTU's/Hr. Si no existe equipo electrónico, pasar al siguiente paso.

Watts	BTU's/Hr	Watts	BTU's/Hr	Watts	BTU's/Hr
1000	3414	10000	34140	30000	102420
2000	6828	12500	42675	40000	136560
3000	10242	15000	51210	50000	170700
4000	13656	17500	59745	70000	238980
5000	17070	20000	68280	80000	273120
7500	25605	25000	85350	100000	341400

7. Cocinas = _____ m² = _____ BTU's/Hr

Determinar la cantidad de metros cuadrados de la cocina. Este cálculo es adicional al cálculo de metros cuadrados. A cada 10 metros cuadrados de cocina se deberá agregar 4000 BTU's/Hr al cálculo original de metros cuadrados.

m ²	BTU's/Hr	m ²	BTU's/Hr	m ²	BTU's/Hr
10	4000	35	14000	70	28000
15	6000	40	16000	80	32000
20	8000	45	18000	90	36000
25	10000	50	20000	100	40000
30	12000	60	24000	120	48000

8. Exposición del Recinto = +10% ó -10%

Determinar la exposición que tiene el recinto al sol en base a la siguiente tabla:

Recinto	
Expuesto al Sol	Expuesto a la Sombra
+10%	-10%

Figura 49. Tabla de medidas para el cálculo de equipo de aire acondicionado



Procedimiento de Cálculo para Equipos de Aire Acondicionado

Información Técnica

9. Toneladas y/o BTU's/Hr requeridos:

Sumar todas las cantidades anteriores. Sumar o restar 10% de acuerdo al punto de Exposición del Recinto. Una vez obtenida la cantidad total de BTU's/Hr, se deberá dividir entre 12000 para obtener la cantidad de Toneladas de Refrigeración.

Resumen	
Descripción	BTU's/Hr
1. Nombre del Área:	
2. Ubicación Geográfica:	
3. Metros Cuadrados =	
4. Personas =	
5. Ventanas =	
6. Equipo Electrónico =	
7. Cocinas =	
Total 1 = Sumatoria de Puntos 3, 4, 5, 6 y 7.	
8. Exposición del Recinto = +10% ó -10% del Total 1	
Total 2 = Total 1 + Punto 8	
Toneladas Requeridas = Total 1 / 12000 BTU's/Hr	

10. Nombre del Equipo de Aire Acondicionado Sugerido: _____

11. Clave VentDepot del Equipo de Aire Acondicionado: _____

12. Capacidad de Acondicionamiento: _____ Ton.

13. No. de Equipos de Aire Acondicionado Requeridos = Toneladas Requeridas / Capacidad de Acondicionamiento = _____

Atentamente,
VentDepot.com
Gerencia Técnica

Figura 50. Tabla de medidas para el cálculo de equipo de aire acondicionado

Fuente: Empresa Ventdepot, 2012

Anexo 11. Ficha Técnica del aire acondicionado YORK



BY JOHNSON CONTROLS

R410A

Una solución eficiente y ecológica para su negocio

CARACTERÍSTICAS Y BENEFICIOS



Auto diagnóstico
Los códigos de falla mostrados claramente permiten una resolución de problemas más rápida y un mantenimiento más fácil.



Filtro lavable
El filtro lavable permite un conveniente servicio y mantenimiento.



R410A
El refrigerante ecológico se enfría y calienta de manera más eficiente sin destruir la capa de ozono.



Ventilador de varias velocidades
El ventilador de varias velocidades ayuda a satisfacer diferentes requerimientos de flujo de aire.



Temporizador de 24 horas
Permite programar tiempos de inicio hasta 24 horas para el funcionamiento flexible y más conveniente.



Protección de 5 minutos
Un retraso de 5 minutos antes de que el compresor se reinicie ayuda a evitar el daño del compresor y el tiempo de trabajo.



Reinicio automático
La unidad se devuelve automáticamente a las condiciones de funcionamiento anteriores después de un corte de energía, para un funcionamiento simplificado.



Auto swing
En el modo de enfriamiento, el botón Auto swing envía aire hacia arriba, hacia abajo y de lado a lado a todos los rincones de la habitación para una mayor comodidad y ahorro de energía. En el modo de calefacción, el aire se dirige sólo hacia abajo.

Modelo - Frío Solo	Unidad	36
Unidad Externa (Condensador)	-	YNVFC0368AQDB-X
Unidad Interna (Evaporador)	-	YNFFXC036BAAD-FX
Fuente de alimentación	V-Ph-Hz	220-230/3/60
Capacidad de enfriamiento	Btu/h	36000
Potencia de entrada	W	3879
EER	W/W	2.8
Tipo de compresor	-	Scroll
Refrigerante	-	R410A
Volumen de flujo de aire (Hi/Me/Lo)	m3/h	1830/1600/1410
Tamaño del tubo de refrigerante (Liq/Suc)	ømm	ø9.52/ø22
Dimensión de la unidad interior (WxDxH)	mm	1285x675x235
Dimensión de la unidad exterior (WxDxH)	mm	600x600x633
Peso neto (ID / OD)	kg	33/60

Figura 51. Ficha Técnica del aire acondicionado YORK

Fuente: Catálogo York aire acondicionado, 2018

Anexo 12. Distribución actual y mejora del laboratorio de cómputo

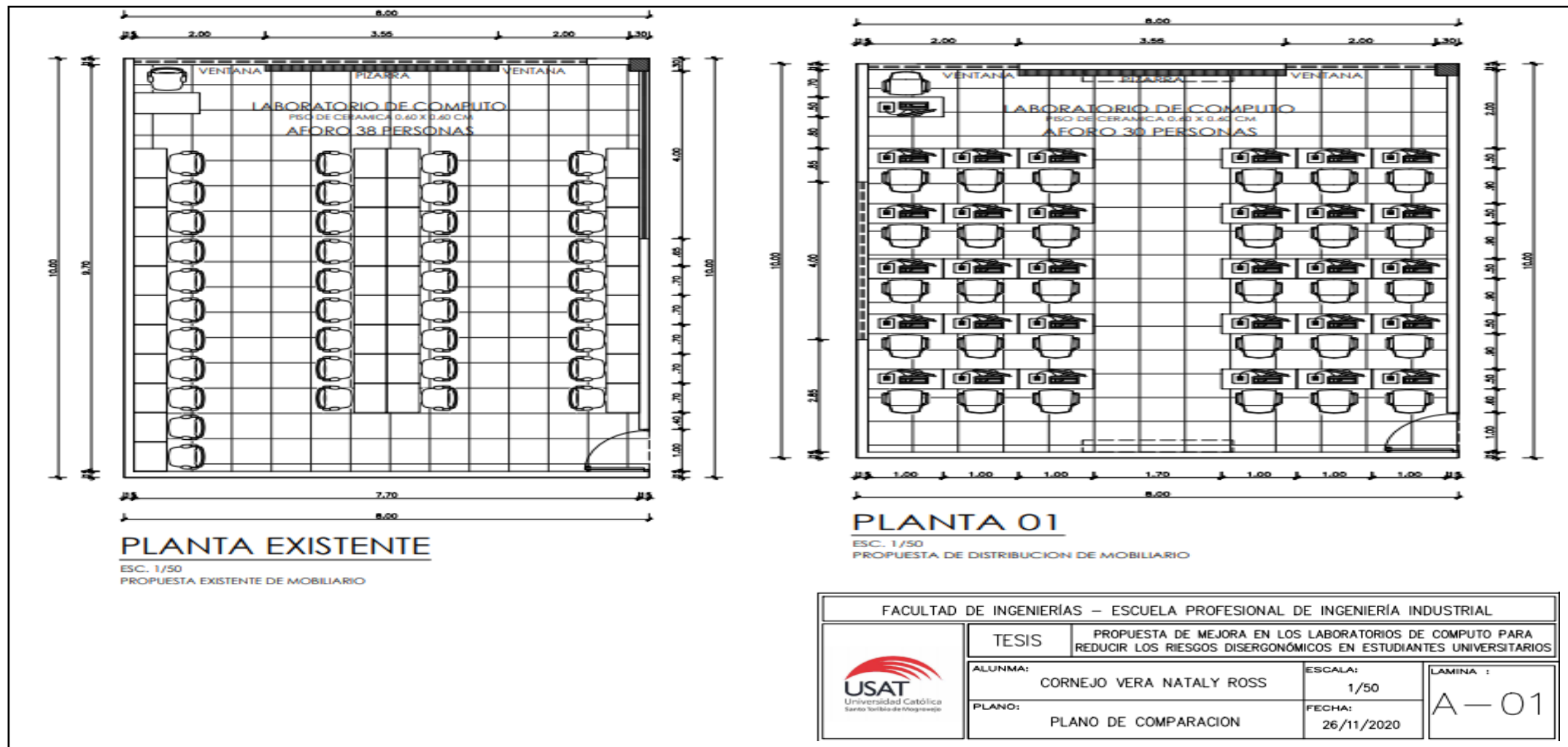
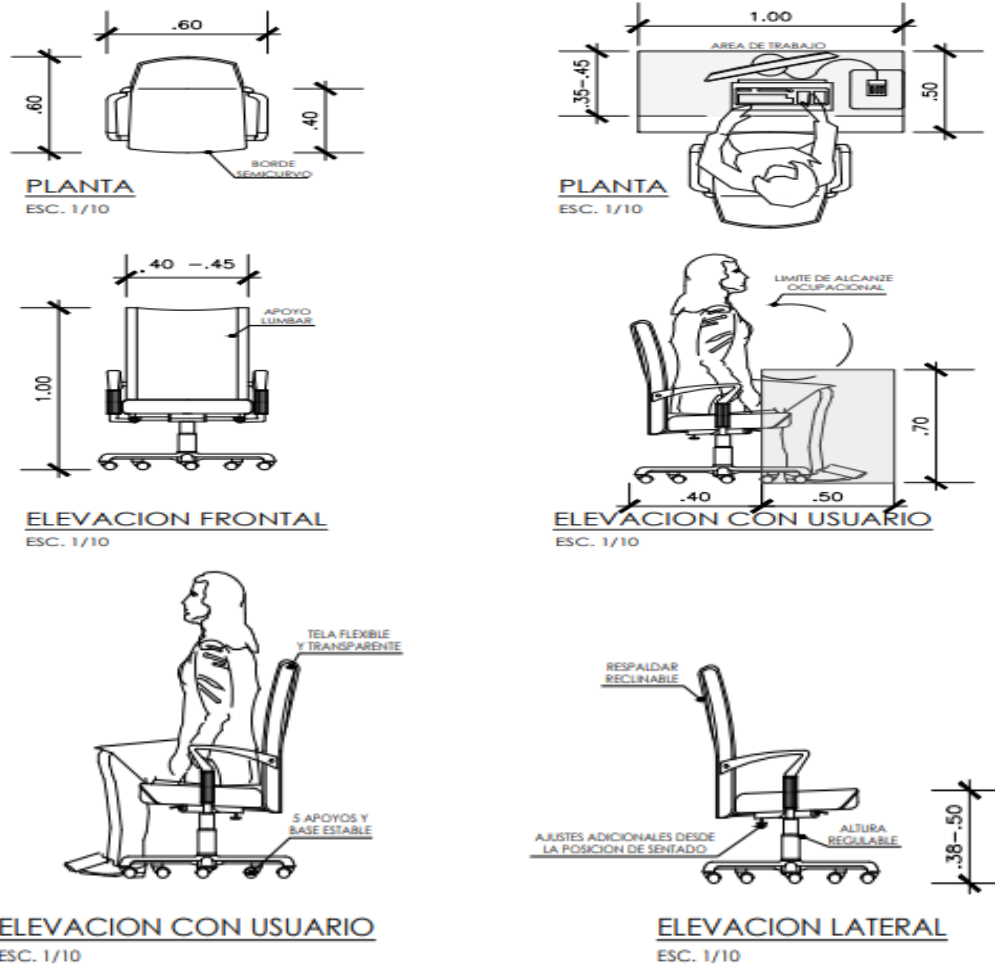


Figura 52. Distribución actual y mejora del laboratorio de cómputo

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Dimensiones apropiadas para el mobiliario de los laboratorios de cómputo



VISTA ISOMÉTRICA
ESC. 1/10


FACULTAD DE INGENIERÍAS – ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL			
 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	TESIS	PROPUESTA DE MEJORA EN LOS LABORATORIOS DE COMPUTO PARA REDUCIR LOS RIESGOS DISERGONÓMICOS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS	
	ALUNMA:	CORNEJO VERA NATALY ROSS	ESCALA: 1/10
	PLANO:	PLANO DE MOBILIARIOS	FECHA: 26/11/2020
			LAMINA : A-04

Figura 53. Dimensiones apropiadas para el mobiliario de los laboratorios de cómputo

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Guías didácticas para las charlas de 5 minutos

UNIVERSIDAD

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

DEFICIENTE ILUMINACIÓN

Una inadecuada iluminación en los laboratorios de cómputo, tanto por exceso como por defecto de luz o de luminancias, producirá fatiga visual afectando el sistema nervioso ocasionado accidentes en el ambiente de estudio. Esto ocurre cuando los estudiantes, pasan más de 5 horas delante de una computadora por lo que emiten radiaciones ionizantes que perjudican su salud.

Los síntomas oculares son causados por demandas acomodativas continuas, producidas por los píxeles o pequeños puntos luminosos del monitor de la computadora que son difíciles de mantener enfocados. Por ello, para asegurar el confort visual hay que tener en cuenta tres condiciones básicas: nivel de iluminación, deslumbramientos y contrastes.

Los efectos para la salud son de carácter variado. Los daños pueden ser pasajeros o convertirse en crónicos. Podríamos clasificarlos en:

- Trastornos de carácter visual. Se le exige al sistema visual un esfuerzo que podría suponer la aparición de fatiga visual y con el tiempo una reducción de la capacidad visual
- Daños no visuales: las malas condiciones de iluminación puede producir fatiga. La persistencia en el tiempo de daños como la fatiga visual genera dolores de cabeza, estrés si los datos que se manejan son muchos o críticos.

Dentro de los daños de carácter no visual, adquiere gran importancia los trastornos musculoesqueléticos, que se originan por la adopción de malas posturas. En muchas ocasiones, se debe intentar compensar una iluminación deficiente, deslumbramientos, bajos niveles de iluminación. Adicionalmente siempre existen riesgos relativos a la seguridad, caídas, choques con objetos por una iluminación deficiente.

Para poder prevenir estos problemas es importante adoptar medidas preventivas:

- Es básico y fundamental que frente al ordenador los estudiantes adopten una postura adecuada, es decir la espalda tiene que estar recta y apoyada en el respaldo del asiento y los pies en el suelo.
- La posición ideal de la pantalla en altura debería de ser un poco por debajo del nivel de los ojos (lo ideal sería que formase un ángulo de 15°). Inclina ligeramente

la pantalla de modo que la parte superior quede un poco más alejada que la parte inferior. Ajusta bien la posición de la pantalla para evitar reflejos de luces de techo y de las ventanas. Sitúa la pantalla del ordenador de modo que la claridad o el sol de las ventanas no den directamente sobre ella. Este aspecto es particularmente importante en el caso de trabajos con pantallas de visualización de datos.

- Es imprescindible que las luminarias estén distribuidas adecuadamente y cumplan con el valor de luminancia establecido de acuerdo a Norma Técnica EM.010, de manera que todo el laboratorio de cómputo se encuentre iluminado de forma uniforme.
- Se deberá realizar un mantenimiento periódico de las luminarias: limpieza de las mismas y sustitución de lámparas fuera de servicio.
- Por último y no menos importante se debe considerar la regla del 20, 20, 20 dice que cada 20 minutos debemos descansar la visión durante 20 segundos mirando y enfocando a una distancia de 20 pies (aproximadamente 6 metros). En muchas ocasiones va a resultar complicado hacerlo cada 20 minutos porque el horario de clases, pero hay que intentar descansar la vista.

ESTRÉS TÉRMICO

La exposición al calor puede afectar al estado de salud de los estudiantes y en ocasiones, con graves consecuencias. A través de los mecanismos de regulación de la temperatura expuestos, el cuerpo puede eliminar el exceso de calor cuando su temperatura sobrepasa los niveles normales. Pero cuando el trabajo se realiza en condiciones extremas y el cuerpo continúa recibiendo calor en cantidad mayor a la que puede eliminar, los mecanismos descritos pueden verse alterados, más aún si el organismo del alumno, no está convenientemente preparado.

En estos casos la temperatura corporal aumentará y se pueden producir una serie de problemas conocidos como trastornos causados por calor. Para evaluar los riesgos que derivan de la exposición al calor, se debe distinguir los términos estrés térmico y sobrecarga térmica, de acuerdo a la definición incluida en la Nota Técnica de Prevención 922 (NTP) del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

El estrés térmico: Es la carga neta de calor a la que los estudiantes están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde desarrollan sus actividades, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan. Las variables que contribuyen son:

- La temperatura del aire.
- La humedad relativa.
- La velocidad del aire.
- La radiación.
- La actividad metabólica.
- El tipo de ropa.

La sobrecarga térmica: Es la respuesta fisiológica del cuerpo humano al estrés térmico y corresponde al coste que le supone el ajuste necesario para mantener la temperatura interna en el rango adecuado. Los parámetros que permiten controlar y determinar la sobrecarga térmica son:

- La temperatura corporal.
- La frecuencia cardíaca.
- La tasa de sudoración

El exceso de calor produce efectos como: somnolencia, reducción de la capacidad de percepción, atención y concentración, aumenta la fatiga, disminuye la memoria y cambios de humor. Cuando las condiciones de calor persisten y continúan acumulando calor, el cuerpo se vuelve menos capaz de realizar las funciones normales. El exceso de calor en el cuerpo afecta a la salud, lo que puede manifestarse de distintas maneras:

- Efectos en la conducta, causantes de accidentes o incidente.
- Deshidratación grave.
- Agravamiento de afecciones previas (pulmonares crónicas, las afecciones cardíacas, los trastornos renales y las enfermedades psiquiátricas)
- Trastornos a largo plazo.

Los trastornos o enfermedades relacionadas por calor, son las que se muestran en la tabla

1.

Tabla 1. Trastornos o Enfermedades por calor

Trastornos o enfermedades por calor	Signos/ Síntomas y mecanismos
Sarpullido por calor	Aparecen pequeñas manchitas rojas, generalmente en zona como la cara, cuello, parte superior del pecho, debajo del pecho. Se asocia a la sudoración intensa, muy habitual en climas cálidos y húmedos.
Edema por calor	La hinchazón de las extremidades inferiores, generalmente en los tobillos, aparece al comienzo de la estación calurosa.
Desmayo por calor	Se manifiesta en una pérdida de la consciencia o mareo de corta duración.
Calambres por calor	Son espasmos musculares dolorosos que suelen darse en piernas, brazos o abdomen. Puede estar relacionado con deshidratación, pérdida de electrolitos.
Agotamiento por calor	Enfermedad leve a moderada caracterizada por la incapacidad de mantener el ritmo cardíaco, sed intensa, incomodidad, ansiedad, mareos, desmayos y dolor de cabeza. La temperatura central puede ser normal, o ligeramente baja o elevada (menor a 39 °C). El pulso es irregular, con hipotensión postural (es la tensión baja que se produce al ponerse de pie tras estar sentado) y respiración rápida y superficial. No hay alteración del estado mental. Suele aparecer como resultado de la exposición a niveles altos de calor ambiental.
Golpe de calor	Problema muy grave: el cuerpo es incapaz de controlar la temperatura, y esta se va incrementando, alcanzando rápidamente los 40 °C y más. Los síntomas principales: calor, sequedad y piel roja, pulso rápido, dolor intenso de cabeza, confusión y pérdida de conciencia. Puede haber náuseas, hipotensión y aumento de la frecuencia respiratoria. El cuerpo sufre una inflamación interna, con resultado de lesiones en órganos (como el hígado, riñón.) y en tejidos (por ejemplo, intestinos y músculos). En su grado más severo, que puede aparecer rápidamente, además de las lesiones citadas, se produce una disfunción profunda del sistema nervioso central.

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2015

Medidas preventivas:

- Las Instituciones tienen la responsabilidad de proteger el bienestar, la salud y la seguridad de sus estudiantes ante los riesgos a los que están expuestos incluido el calor ambiental, incluso cuando este está causado por las condiciones climáticas. Por ello, como parte de su plan de prevención, han de tener elaborado, con la participación de la plantilla, un plan de acción, para activarlo siempre que las condiciones ambientales puedan suponer la posibilidad de exposición a estrés térmico.
- Los estudiantes deben tomarse descansos con el fin de recuperar su temperatura normal.
- Apagar los dispositivos generados de calor cuando no estén en uso.
- El jefe del laboratorio de cómputo debe revisar y verificar el funcionamiento del sistema del aire acondicionado y si este no cumple su función de refrigerar adecuadamente el ambiente, se debería cambiar el quipo teniendo en cuenta que cumpla con los parámetros establecidos de acuerdo la Norma ISO 7730 con el fin de asegurar una ventilación adecuada.

POSTURAS INCOMODAS

Las posturas incómodas se producen cuando las posiciones provocan que una o varias regiones anatómicas dejen de estar en una posición natural para pasar mediante un movimiento articular a una posición de hiperextensión, hiperflexión y/o hiperrotación articular

Movimientos articulares más comunes:

- Hiperextensión: La continuación de la extensión más allá de la posición natural o anatómica.
- Hiperflexión: Movimiento que reduce el ángulo formado por los huesos que se articulan.
- Hiperrotación: Giro hacia la izquierda o a la derecha respectivamente.
- Abducción: Movimiento que aleja el eje de la extremidad de la línea media del cuerpo.
- Aducción: Movimiento que acerca el eje a la extremidad a la línea media del cuerpo.

- Supinación: Movimiento del antebrazo que lleva la palma de la mano a la posición anatómica, es decir, hacia adelante.
 - Rotación, en la que veremos dos tipos de movimiento, pronación y supinación.
- A, continuación se muestra las posturas incómodas en las diferentes partes del cuerpo.



Figura 1. Cuello

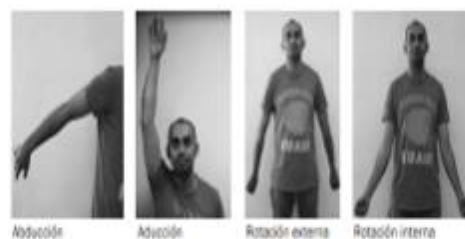


Figura 2. Hombros

A, continuación se muestra en la figura 7, la postura inadecuada del estudiante universitario y a la vez la postura correcta que deberá adoptar en los laboratorios de cómputo.



Figura 3. Codos



Figura 4. Muñecas

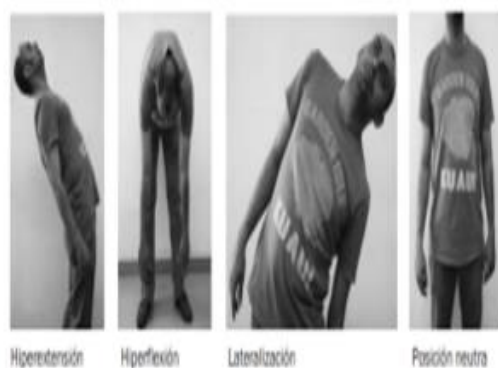


Figura 5. Columna



Figura 6. Rodillas

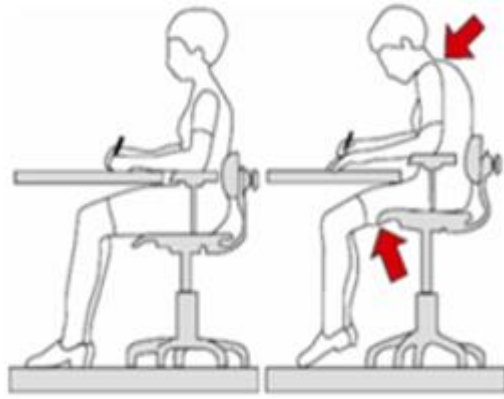


Figura 7. Postura del estudiante universitario

Consecuencias:

Molestias, dolor, incomodidad, sensación de entumecimiento, inflamación de la zona y se definen tres etapas en la aparición de los trastornos originados por posturas incómodas, las cuales son:

1ª etapa: Aparece dolor y cansancio durante las horas de trabajo, desapareciendo fuera de éste. Esta etapa puede durar meses o años. A menudo, se puede eliminar la causa mediante medidas ergonómicas.

2ª etapa: Los síntomas aparecen al comenzar el trabajo y no desaparecen por la noche, alterando el sueño y disminuyendo la capacidad de trabajo. Esta etapa persiste durante meses.

3ª etapa: Los síntomas persisten durante el descanso. Se hace difícil realizar tareas, incluso las más triviales.

Medidas preventivas:

Para evitar la aparición o desarrollo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con la postura se recomienda lo siguiente:

- Realizar un diseño ergonómico en los laboratorios de cómputo específicamente en el mobiliario con el fin de evitar posturas forzadas.
- Adaptar el plano de trabajo y la silla al estudiante y a la tarea.
- Mantener la espalda recta y apoyada al respaldo de la silla. Nivelar la mesa a la altura de los codos.
- Cambiar de posición y alternarla con otras posturas. La silla de trabajo debe ser fácilmente regulable, estable, revestida de tejido transpirable y flexible, con bordes redondeados, y su diseño debe facilitar la correcta posición de trabajo.
- Usar reposapiés en caso de que el ajuste mesa-silla no sea correcto.
- En cuanto a los movimientos, al estar sentado, es conveniente realizar giros con todo el cuerpo a la vez, evitando los giros parciales, levantarse y andar de forma periódica durante el desarrollo de clases, distribuir los elementos de forma que se reduzcan al máximo los giros de cabeza y las posturas asimétricas.
- Durante los 10 minutos de descanso, se debe efectuar movimientos suaves de estiramiento del músculo. Tal, como se muestran en las siguientes figuras.



Figura 7. Ejercicios para el cuello y espalda



Figura 8. Ejercicios para el brazo y antebrazo



Figura 9. Ejercicios para las muñecas

Anexo 15. Cotización de las luminarias



Cotización N° 6285295

Datos del cliente

DNI/RUC:	44656366	Local:	506-CHICLAYO
Nombre/Razón social:	NATALY CORNEJO VERA	Vendedor:	HP70832959
Teléfono:	960179128	Válida desde:	14/10/2020
Forma de Pago:	EFFECTIVO	Válida hasta:	15/10/2020
DNI de receptor:	44656366	Receptor autorizado:	NATALY CORNEJO VERA

Despacho: 1 RT: CHICLAYO (506)

Fecha de entrega: 14/10/2020

Item	SKU	Descripción	Cant.	Venta	Dcto Total	Total
1	118208	REJILLA EMP TUBO LED 4X9W C/LAMP DICOLUX	75	S/. 9,675.50	S/. 0.00	S/. 9,675.50

Precio

Total Neto: S/. 8,199.58

Impuesto 18%: S/. 1,475.92

Total: S/. 9,675.50

La vigencia de la presente cotización está indicada en la parte superior de este documento. Los precios indicados en la presente cotización son válidos sólo en el local de emisión del documento y serán respetados siempre y cuando esté dentro de la vigencia. Finalizada la vigencia de la cotización, deberá solicitar una nueva. Las cantidades indicadas están sujetas a confirmación luego de pagada la cotización final. En caso requieras el servicio de despacho a domicilio, la cotización mostrará un costo de flete referencial. Los precios especificados en la cotización incluyen IGV y están expresados en soles (*). Cualquier duda o consulta comunicarse a nuestro Call Center a los teléfonos 619-4810 (Lima) o al 0800-00-210 (Provincia).

Figura 54. Cotización de las luminarias

Fuente: Promart home center, 2020

Anexo 16. Costo de instalación de las luminarias



Cotización N° 6285295

Datos del cliente

DNI/RUC:	44656366	Local:	506-CHICLAYO
Nombre/Razón social:	NATALY CORNEJO VERA	Vendedor:	HP70832959
Teléfono:	960179128	Válida desde:	14/10/2020
Forma de Pago:	EFFECTIVO	Válida hasta:	15/10/2020
DNI de receptor:	44656366	Receptor autorizado:	NATALY CORNEJO VERA

Despacho: 1 RT: CHICLAYO (506)

Fecha de entrega: 14/10/2020

Item	Descripción	Cant.	Venta	Dcto Total	Total
1	SERVICIO DE INSTALACIÓN REJILLA TUBO LED 4X9W C/ LAMP DICULOX	75	S/. 750.00	S/. 0.00	S/. 750.00

Precio

Total Neto: S/. 635.59

Impuesto 18%: S/. 114.41

Total: S/. 750.00

La vigencia de la presente cotización está indicada en la parte superior de este documento. Los precios indicados en la presente cotización son válidos sólo en el local de emisión del documento y serán respetados siempre y cuando esté dentro de la vigencia. Finalizada la vigencia de la cotización, deberá solicitar una nueva. Las cantidades indicadas están sujetas a confirmación luego de pagada la cotización final. En caso requieras el servicio de despacho a domicilio, la cotización mostrará un costo de flete referencial. Los precios especificados en la cotización incluyen IGV y están expresados en soles (*). Cualquier duda o consulta comunicarse a nuestro Call Center a los teléfonos 619-4810 (Lima) o al 0800-00-210 (Provincia).

(*) No aplica para PROMART ORIENTE.

Figura 55. Costo de instalación de las luminarias

Fuente: Promart Home center, 2020

Anexo 17. Cotización del costo de mantenimiento

PRESUPUESTO N° 0144-2020/AF-CHI

Empresa de Refrigeración y Aire Acondicionado , Venta de Equipos, Repuestos, Accesorios de Aire Acondicionado Brinda Servicio de Mantenimiento Preventivo, Correctivos e Instalaciones en los Sistemas de Climatización.

Cliente: Nataly Cornejo vera

Servicio: Mantenimiento de Equipo de Aire Acondicionado y Luminarias

Fecha de Presupuesto: 10 de Noviembre del 2020

Atención: Encargado

Validez: 30 DIAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE TOTAL
Personal especializado en realizar el mantenimiento de Luminarias marca: Dicolux	75	S/. 10	S/. 750
Personal Especializado en realizar el mantenimiento Equipo de Aire Acondicionado marca: YORK R-410	10	S/. 100	S/. 1000
TOTAL			S/. 1,750.00

NOTA

- * EL TIEMPO DEL MANTENIMIENTO ES DE 7 DIAS COMO MAXIMO
- * SE REALIZARA LIMPIEZA DE SERPENTÍN DE LA UNIDAD EVAPORADORA COMO DE LA UNIDAD CONDENSADORA.
- * LIMPIEZA DEL SISTEMA ELECTRICO DE AMBAS UNIDADES CON LIMPIA CONTACTOS
- * LIMPIEZA DE TURBINAS DE UNIDAD EVAPORADORA Y MOTOVENTILADOR EN UNIDAD CONDENSADORA
- * LIMPIEZA DE PROTECTOR DE FOCOS
- * MEDICION DE RESISTENCIAS
- * REVISION DE ESTADO DE CABLEADO
- * AL FINALIZAR EL MANTENIMIENTO SE ENTREGARA UN INFORME TECNICO DETALLADO DEL SERVICIO

CONDICIONES COMERCIALES

- * Los Precios estan expresados en nuevos soles
- * Recibida la Orden de Compra o deposito al numero de cuenta indicada lineas abajo se programara el servicio.
- * Validez de la oferta es de 30 dias.

Forma de Pago

Depositar al Numero de Cuenta : N° de Cta. Banco de crédito del Perú
305-97977797-0-56

Figura 56. Cotización del costo de mantenimiento

Fuente: Friocar,2020

Anexo 18. Cotización del sistema del aire acondicionado



COTIZACION DE INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO
INVERTER

ÁREA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL S/.
Laboratorio	Equipo de aire acondicionado Marca YORK R408 ecológico de 36000 BTU , inverter	10	1.550,00	15.500,00
	Servicio de instalación de aire acondicionado MARCA YORK - R408 DE 36 000 BTU CONVENCIONAL 1.- Instalación de equipo de aire acondicionado de 36,000 BTU/Hr, a 7 mts. 2.- Suministro e instalación de tubería de cobre y PVC, caña de soldar, cableado, armarios, todos, mangueras, conduct, pegamento. 3.- Suministro de gas refrigerante R410A 4.- Suministro de sistema de drenaje.	10	100,00	1.000,00
	Suministro de instalación del sistema eléctrico 1.- Cable de 60 mts 2.- 02 llave térmica de 25A 3.- Sistema de interconexión 4.- Abracadere y precintos 5.- Tubos PVC 6.- Cajas de paso 7.- Curvos	10	80,00	800,00
PRECIO TOTAL				20.300,00

Calle Diego Ferre # 590 – int. 205- Chiclayo
Teléf. 946184211 – 934281469 – 920132694 – 074 693704
instalfriventas@gmail.com



NOTA:

- o Precio incluye instalación de compresor.
- o Precio incluye materiales.
- o Precios incluyen IGV.
- o Equipo puesto en marcha
- o Garantía 2 años

CONDICIONES

- **Condición de pago:** : 15 a 30 días (según acuerdo)
- **Tiempo de Trabajo:** : 02 días -
- **Validez de la oferta** : 05 días

OBSERVACIONES

Nº CTA. C.TE. RCP EN NUEVOS SOLES : 505 – 25 67 577 – 0 – 83

Nº CTA. INTERBANCARIA : 002 – 3050025-1737708710

Nº CTA. C.TE. BANCO DE LA NACIÓN DETRACCIÓN : 00211299157

Esperamos que nuestra propuesta sea de su interés, para cualquier consulta quedamos a su disposición a los teléfonos 934281469 – 920132694 – 949495082

Atentamente,

DINIS A. HUAMANACHIMO IPANAQUE
ADMINISTRADOR

Figura 57. Cotización del sistema del aire acondicionado

Fuente: Instal frio, 2020

Anexo 19. Cotización del mobiliario para los laboratorios de cómputo



 <p>sillas y muebles</p> <p>IMPORT</p> <p>Venta de Sillones Comerciales y Sillas Fijas Nacionales e Importadas</p> <p>DE: DORADO BUSTAMANTE ALEN EDUARDO</p>	<p>Fabricamos</p> <p>Toda clase de muebles de melamina y metal, escritorios, aparatos, repeteros cabinets, cómodas, refrigeradores y otros.</p> <p>sillasymueblesimport@hotmail.com</p>	<p>R.U.C. Nº 10473855254</p> <hr/> <p>PROFORMA</p> <hr/> <p>Nº 002426</p>	
<p>Calle Juan Cuglievan Nº 875 - Int. B - Chiclayo</p> <p>Cel: 958837412 - 943137978</p>		<p>FECHA 15 10 20</p>	
<p>Señor(es): <u>Nataly Carrizo Vera.</u></p> <p>Dirección: <u>Chiclayo</u></p> <p>R.U.C.: _____ TELF: _____</p>			
CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	IMPORTE
155	Escritorios de computador en melamino de 18 mm con medidas de 1.00 x 30 x 70 color a escoger Según diseño	\$130.00	\$20,150.00
155	Sillas ergonómicas	\$180.00	\$27,900.00
			
<p>Precio incluye IGV</p> <p>Entrega con Orden de Compra</p>			
TOTAL \$/			48,050.00

Figura 58. Cotización del mobiliario para los laboratorios de cómputo

Fuente: Sillas y muebles Import, 2020

Anexo 20. Depreciación de los equipos

Tabla 101: Depreciación de los equipos

Descripción	Costo de equipo S/.	% de Depreciación	Depreciación S/.
Luminarias Dicolux	S/. 9 675, 00	10 %	S/. 967,50
Sistema del aire acondicionado York	S/. 19 500,00	10 %	S/. 1 950,00
Mobiliario ergonómico	S/. 48 050,00	10 %	S/. 4 805 ,00
Total S/.			S/. 7 731,50

Fuente: Elaboración propia